

Volume 3

Um futuro sustentável  
Ambiente, Sociedade e Desenvolvimento

18 a 20 de Abril de 2007, Universidade de Aveiro

# Ficha Técnica

9ª Conferência Nacional do Ambiente

ISBN: 978-972-789-230-3

## Nota explicativa

Esta publicação contém as comunicações apresentadas na 9ª Conferência Nacional do Ambiente, realizada na Universidade de Aveiro, de 18 a 20 de Abril de 2007.

## Editores

Carlos Borrego, Ana Isabel Miranda, Elisabete Figueiredo,  
Filomena Martins, Luís Arroja, Teresa Fidélis

## Desenho da capa

Luís Pinto

## Impressão

Grafigamelas  
Abril de 2007

## Edição

Departamento do Ambiente  
Universidade de Aveiro

## Tiragem

350 exemplares  
(Impressos em papel reciclado)

## Comissão Organizadora

Carlos Borrego, UA  
Ana Isabel Miranda, UA  
Elisabete Figueiredo, UA  
Filomena Martins, UA  
Luís Arroja, UA  
Teresa Fidélis, UA

## Comissão Científica

Ana Isabel Miranda, UA	José Figueiredo da Silva, UA
Ana Paula Gomes, UA	José Gomes Canotilho, UC
António Brito, Univ. do Minho	José Manuel Martins, UA
António Fernandes, UTAD	Júlio Maggiolly Novais, UTL
António Rodrigues, UNL	Luís Arroja, UA
António Samagaio, UA	Manuel Arlindo Matos, UA
Artur da Rosa Pires, UA	Margari da Tomé, UTL
Carlos Borrego, UA	M <sup>a</sup> Isabel Capela, UA
Carlos Costa, UP	M <sup>a</sup> João Bebianno, UAlgarve
Casimiro Pio, UA	M <sup>a</sup> Luísa Lima, ISCTE
Celeste Coelho, UA	Mário Cerqueira, UA
Eduardo Anselmo Castro, UA	Paula Antunes, UNL
Elisabete Figueiredo, UA	Paulo Pinho, UP
Fernando Santana, UNL	Teresa Andresen, UP
Filomena Martins, UA	Teresa Fidélis, UA
Isabel Martins, UA	Teresa Nunes, UA
João Farinha, UNL	Teresa Pinto Correia, UÉvora

## Secretariado

Estela Pinto  
Joana Marques

# ÍNDICE

<b>Sociedade e Ambiente .....</b>	<b>1</b>
O Ensino da Ecologia dos Materiais de Construção .....	3
Integração da dimensão psicossocial na reabilitação de rios em meio urbano: ensaios metodológicos em Lisboa, Leiria e Cacém .....	11
Percepção da Qualidade Ambiental no Município de Aveiro – um Mapa Ambiental Baseado nas Reclamações Apresentadas pelos Cidadãos.....	19
Avaliação dos impactos socioeconómicos da actividade mineira na Vila de Aljustrel: O contributo do Projecto EVALUSE.....	25
Continuidades e rupturas na construção de cenários de futuro .....	33
Futuro Sustentável: a Abrangência do Conceito .....	41
Entre a «Madeira Nova» e a Mudança Paradigmática – Atitudes Sociais dos Madeirenses sobre Ambiente .....	49
Horticultura Terapêutica - Programa de Intervenção para o Desenvolvimento Sustentável ...	56
Estratégias de Sustentabilidade à Escala Local: criar contextos para integração nos processos de desenvolvimento territorial.....	62
A Importância dos Processos Participativos na Definição de Estratégias de Sustentabilidade à Escala Local: o caso de Loulé.....	69
A Governação Local e o uso de Sistemas de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável ..	76
Monitorização da qualidade ambiental e dinâmicas de participação pública: potencialidades e práticas da monitorização leiga.....	84
O Papel do Ambiente Térmico na Ergonomia .....	91
Bancos Líderes em Sustentabilidade.....	98
Conflitos Sociais, Espaços Protegidos e Representações do Ambiente em Áreas de Mata Atlântica no Nordeste Brasileiro .....	104
Marcadas pela Mina - Actividade mineira vs Comunidades Locais .....	111
<b>Saúde e Ambiente .....</b>	<b>119</b>
Biomonitorização de dioxinas e furanos em Portugal.....	121
Avaliação da exposição de crianças a poluentes atmosféricos e relação com marcadores de inflamação respiratória.....	127
Qualidade do Ar e Doenças Respiratórias no Barreiro .....	135
Determinação de actividade de Estrôncio-90 em Leites. Avaliação da dose de radiação para a população portuguesa.....	141
Projecto Saud'AR: Caracterização Acarológica de Ambientes Interiores .....	148
Saúde e Ambiente: como se podem relacionar na Agudização de Doença Respiratória .....	154
<b>Educação Ambiental .....</b>	<b>161</b>
A Educação Ambiental como estratégia de Desenvolvimento Sustentável .....	163

Caras Felizes não fazem sucesso! Avaliação do impacte comportamental de projectos de educação ambiental .....	170
A Sensibilização ambiental como ferramenta de suporte ao desenvolvimento sustentável de uma região – O Caso da VALORNOR .....	177
Código da Reciclagem – Campanha de Comunicação e Educação Ambiental .....	184
Educação para o ambiente no 3º Ciclo do ensino básico. Um estudo sobre a radioactividade natural na região de Figueira de Castelo Rodrigo .....	186
A importância do contributo da formação de professores na promoção de formas de desenvolvimento mais sustentáveis.....	194
<b>Riscos Ambientais.....</b>	<b>199</b>
Avaliação ecotoxicológica do efluente aquático (coluna de água e sedimento) de uma mina de urânio abandonada, através duma bateria de ensaios. ....	201
Monitorização do Carbono Negro (CN) e Poeiras Minerais (Pm) na atmosfera do Atlântico Norte.....	207
Estudo dos padrões espaciais e temporais dos processos de infiltração e evapotranspiração à escala da vertente para vários tipos de manejo de eucaliptais .....	214
Área ardida em Portugal em clima futuro .....	222
Avaliação da contaminação metálica ao longo do rio Guadiana – Importância de antigas minas abandonadas.....	230
Contributo para a identificação da génese (natural/artificial) das concentrações de Radão (222Rn) em oito freguesias da Beira Alta .....	237
Biodisponibilidade de Metais Pesados e Arsénio em escombreliras de minas e solos contaminados do norte de Portugal .....	245
Sobre a implementação de uma estratégia de ecologia industrial na Escola Superior Agrária de Coimbra .....	251
Estudo de Pluma de contaminação provocada pela escombrelira de mina de Chumbo de Ceife (Palão) .....	258
O projecto EROSFIRE – “Ferramenta de apoio na decisão para identificação, com base em modelação, de risco de erosão do solo após incêndios florestais” .....	265
Percepções de risco e de responsabilidade face às alterações climáticas * .....	272
Efeitos sublaterais do efluente de uma mina de urânio abandonada (Cunha Baixa, Viseu) em Rana perezi.....	279
Caracterização ambiental da mina da Tinoca: Análise estatística e espacial.....	286
Escoamento Superficial e erosão de solos em campos agrícolas abandonados do interior centro de Portugal .....	292
Sistema integrado para apoio a tomada de decisão em caso de acidente grave.....	301
Radioactividade em algumas espécies do pescado consumidas em Portugal.....	309
Entre o ser e o poder ser – Impactos socioeconómicos e ambientais percebidos, no caso de acidentes relacionados com a actividade mineira .....	314
<b>Território e Ambiente .....</b>	<b>323</b>
Caracterização do impacte do tipo de ocupação do solo na poluição atmosférica monitorizada por líquenes na região de Sines .....	325

Observatório Virtual de Sustentabilidade da Região Macaronésica .....	331
Actividades de um Gabinete Técnico Florestal.....	337
Certificação Florestal: O futuro da floresta em Portugal?.....	341
Atitudes face às florestas em Portugal .....	347
Cenários Climáticos, Impactos e Medidas de Adaptação às Alterações Climáticas na Região Autónoma da Madeira – Projecto CLIMAAT II.....	353
Contributo para a Minimização dos Impactos das Cheias em Águeda .....	361
Reclassificação da Rede de Áreas Protegidas da Região Autónoma dos Açores - Proposta Metodológica .....	368
Manual da Avaliação Ambiental Estratégica de Planos e Programas de Infra-estruturas de Transporte .....	375
Programa de Gestão Ambiental do EFMA .....	385
Explorando a sustentabilidade das cidades em relação ao ambiente e ao balanço local de carbono: implicações políticas .....	392
<b>Economia do Ambiente .....</b>	<b>397</b>
Hidrogénio como combustível alternativo para o sector dos transportes – o problema do seu armazenamento .....	399
Ordenamento do Território e Finanças Locais.....	405
Floresta de classes etárias múltiplas e sequestro de carbono .....	412
Ecocasa: A conservação da energia na área residencial como prioridade .....	420
AV e PML – O seu contributo para a sustentabilidade .....	427
Indicadores de Desenvolvimento – Uma Perspectiva Ambiental .....	434
O modelo EcoTerra – Instrumentos económicos para melhorar o Ordenamento do Território .....	443
Cenários para o Sistema Energético Português para 2030 e suas implicações Ambientais TIMES_PT – Implementação do modelo TIMES para Portugal .....	451
<b>Cidade e Ambiente .....</b>	<b>459</b>
A justiça social como prática de intervenção no território.....	461
Partículas PM10 na cidade de Bragança e sua relação com os espaços verdes.....	467
Ruído Ambiente na cidade de Bragança: o papel dos espaços verdes .....	473
Indicadores de avaliação na estrutura verde da cidade de Bragança.....	479
Percepção dos espaços verdes urbanos: Estudo exploratório na cidade de Lisboa .....	486
Estrutura Urbana e qualidade do ar.....	492
Análise energética do edifício do Museu do Caramulo .....	499
Sistema de Certificação Ambiental da construção sustentável – Caso do Sistema Lidera....	506
Monitorização de longo prazo de níveis de Ruído .....	513
<b>Gestão e Tratamento de Água.....</b>	<b>521</b>
Bioconversão de um Sub-Produto da Industria Alimentar para a Produção de Bioplásticos e Hidrogénio .....	523

Fotoinactivação de Bacteriófagos em Águas Residuais por Porfirinas Catiónicas .....	529
Interação de Sólidos e Matéria Orgânica Dissolvida na Água .....	534
Avaliação da Influência da Variação de Carga na Remoção de Matéria Orgânica e Azoto em Leito de Macrófitas do Tipo SSFH .....	539
Dinâmica de Populações em Sistemas de Remoção Desnitrificante de Fósforo com Acetato e Propionato .....	547
Impacto da Exploração de Urânio nos Rios do Centro de Portugal .....	553
Avaliação do Impacte Ambiental do Sector dos Lacticínios em Portugal.....	560
Determinação de Novos Biomarcadores em <i>Ruditapes decussatus</i> Através da Análise Proteómica.....	567
Monitorização da Qualidade da Água Subterrânea das Ilhas das Flores e do Pico (Açores) 572	
Avaliação da Toxicidade do Efluente Final de uma Fábrica de Pasta de Papel (processo Kraft) em <i>Carassius auratus</i> e <i>Dicentrarchus labrax</i> .....	580
Avaliação por PCR-DGGE da Dinâmica de um Consórcio Microbiano Durante o Bio-Tratamento de um Efluente Industrial.....	587
Caracterização da Alga Marinha <i>Ascophyllum nodosum</i> e Estudo da Eliminação de E Cu(II) em Solução Aquosa por Biossupreção .....	594
Novas Fontes de Abastecimento de Água – Reutilização e Dessalinização.....	601
Foto-Degradação do Ácido Gálico por Processos de Oxidação Avançada .....	608
Estudo Comparativo da Introdução do Processo de Remoção Química de Fósforo em duas ETAR, da Indústria Cervejeira, já em Funcionamento .....	615
Radiocésio, Radioestrôncio e Trítio em Águas de Superfície nos Rios Tejo e Zêzere.....	624
Seleção de Bactérias Redutoras de Sulfato para Biorremediação de Águas Ácidas de Mina .....	631
Optimização do Biorreactor de Membranas de Permuta Iónica para a Remoção de Poluentes Aniónicos de Águas Potáveis.....	637
Análise Microbiológica da Biomassa Desenvolvida na Operação Intermitente de Reactores UASB .....	643
Subprodutos da Desinfecção da Água Dessalinizada por Osmose Inversa .....	650
Aplicabilidade do Reactor Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) no Tratamento de Efluentes Vínicos .....	655
Utilização de Argilas e Resíduos Industriais na Eliminação de Corantes de Têxteis em Solução Aquosa.....	662
Avaliação do Comportamento de um Digestor Anaeróbico para o Tratamento do Condensado Gerado numa Fábrica de Pasta de Papel.....	669
Estudo de Caracterização, Diagnóstico e Proposta de Requalificação de Linhas de Água no Concelho de Ílhavo.....	677
<b>Gestão e Tratamento do Ar .....</b>	<b>685</b>
Variação sazonal da transferência de dióxido de carbono numa pastagem mediterrânica ....	687
Efeito na qualidade do ar da movimentação de sucata no porto de Leixões: ensaios em túnel de vento .....	695
Escala temporais na variabilidade da concentração de poluentes fotoquímicos .....	702

Contribuição de queima de madeira no aerossol europeu .....	710
Avaliação dos episódios de ozono de Julho e Agosto de 2003 na Região Sul de Portugal Continental.....	716
Minimização das Emissões Resultantes da Co-Combustão de Biomassa e Resíduos.....	723
Balanço de gases com efeito de estufa no sector do pinheiro bravo .....	732
Um Estudo de Magnetismo Ambiental na cidade de Viseu.....	740
Poluição fotoquímica em áreas rurais do nordeste transmontano .....	747
Minas de Urânio e seus Resíduos. Efeitos na Saúde da População. Resultados do Projecto MinUrar. ....	755
Avaliação do transporte de partículas do Norte de África: eventos naturais em Portugal no decorrer de 2005 .....	763
Avaliação das medidas de redução de emissões de partículas na qualidade do ar do Porto .	771
Planos e Programas para a Melhoria da Qualidade do Ar na Região de Lisboa e Vale do Tejo .....	779
Diagnóstico e efeitos na saúde das partículas inaláveis na cidade de Lisboa.....	786
Modelo de cálculo de emissões de poluentes atmosféricos: ARLIPE.....	793
Inventário de Emissões Atmosféricas na Região de Lisboa e Vale do Tejo: Metodologia e Resultados.....	802
Observação do ozono à superfície integrado em programas operacionais de observação do Instituto de Meteorologia.....	811
Utilização de Dados de Monitorização de Fontes Fixas Industriais para a Determinação de Factores de Emissão Específicos para a Região de Lisboa e Vale do Tejo.....	818
Avaliação do desempenho do modelo de qualidade do ar, e-CALINE4 e aplicação ao caso de estudo da VCI, Porto.....	825
Previsão da qualidade do ar nas Áreas Metropolitanas de Lisboa e Porto por métodos estatísticos.....	834
Caracterização e avaliação de episódios de partículas no ar ambiente da aglomeração do Porto Litoral.....	840
Qualidade do Ar e circulação de Transportes Públicos na cidade do Porto .....	847
Os Incêndios Florestais e a Qualidade Do Ar .....	855
Ozono em localizações rurais de fundo - representatividade da rede de estações de monitorização.....	862
Impacte dos Tectos de Emissão Nacionais na Qualidade do Ar em Portugal Continental ...	869
Previsão operacional dos níveis de partículas em Portugal.....	876
Contribuição para a caracterização da qualidade do ar no interior de uma sala de aula .....	883
Avaliação dos fluxos de Hg para a atmosfera numa zona contaminada (Esteiro de Estarreja) .....	890
Projecto SaudAR: Caracterização da qualidade do ar interior e exterior por métodos passivos na cidade de Viseu .....	898
Distribuição por tamanhos de Aerossóis Atmosféricos provenientes de emissões rodoviárias na Cidade do Porto.....	905

Avaliação de um Modelo Fotoquímico de Trajectória aplicado a um Episódio de Poluição Fotoquímica.....	912
Variação diária da concentração de radão na atmosfera.....	920
Emissões de poluentes atmosféricos por fontes fixas industriais em Portugal continental ...	927
Concentração de Radão em Espaços Interiores da Área de Viseu .....	935
Avaliação da qualidade do ar através da monitorização da flora epifítica. O exemplo na área envolvente à central da CTRSU da Valorsul S.A.....	943
Avaliação das emissões do sector aéreo e marítimo em Portugal .....	951
<b>Gestão e Tratamento de Resíduos.....</b>	<b>957</b>
Modelo de Avaliação do Potencial de Desconstrução Efectivo de um Edifício na Fase de Concepção .....	959
Catalisadores Alternativos na Produção de Biodiesel a partir de Óleo Alimentar Usado .....	967
Flutuação com Espumas de Escórias de Incineração de Resíduo Sólidos Urbanos.....	974
Desenvolvimento de um Modelo de Simulação Dinâmica Aplicado a um Compostor.....	981
Avaliação Energética e Ambiental da Aplicabilidade do Bioetanol no Sector dos Transportes .....	989
Caracterização e Valorização das Escórias da Celulose do CAIMA por Técnicas de Vitrificação.....	997
Co-Digestão Anaeróbica de Resíduos de Natureza Orgânica em Condições Mesofílicas ..	1004
Digestão Anaeróbia de Resíduos Sólidos Orgânicos – Frutas, Vegetais e Relva.....	1011
Proposta de Metodologia para a Previsão da produção de Resíduos de Construção-Aplicação aos Municípios do Vale de Ave .....	1018
Gestão de Resíduos em Instituições de Ensino Superior: o Caso de Estudo duma Instituição Complexa e Diversificada .....	1025
Caracterização das Condições de Combustão num Leito Fluidizado com Alimentação de Pellets de Resíduos Florestais .....	1035
Biossorção de Metais por Biomassa de Algas Marinhas.....	1043
<b>Biodiversidade.....</b>	<b>1051</b>
Avaliação da Toxicidade de Lixiviados de Solos tratados com LASSO® em dois níveis tróficos: utilização de um modelo de ecossistemas terrestres .....	1053
Partição da chuva incidente em precipitação interna. Escorrência pelo tronco e perdas por intercepção nos eucaliptais da Serra do Caramulo .....	1061
A Análise do Ciclo da vida como ferramenta de apoio à implementação do regulamento EMAS II na Escola Superior Agrária de Coimbra .....	1070
Catologação e análise florística na região demarcada do Douro (NE de Portugal) .....	1078
Efeitos ecológicos de Eichhornia crassipes em espécies planctónicas em diferentes estações do ano – caso de estudo na Pateira de Fermentelos.....	1086
Os Líquenes – sua aplicação em estudos de Biomonitorização e Etnobotânica.....	1094
Os Briófitos de comunidades ripícolas da ilha da Madeira .....	1101
Acumulação de Radionuclidos em Golfinhos da Costa Portuguesa.....	1106

Distribuição e variação sazonal de Radionuclídeos de origem natural nos órgãos da Tainha ( <i>Liza ramada</i> ).....	1112
Modelação da distribuição de Briófitos para a simulação dos efeitos das alterações climáticas. Exemplos a nível europeu .....	1117
Conservação IN SITU DE <i>Iris boissieri</i> , <i>Narcissus pseudonarcissus</i> subsp. <i>nobilis</i> E <i>Melittis melissophyllum</i> no Parque Nacional Peneda-Gerês.....	1125
Estimativa do armazenamento de Carbono em povoamentos de <i>Pinus pinaster</i> Aiton e <i>Eucalyptus globulus</i> Labill no período 1998-2006 .....	1132

## POSTERS.....1139

Caracterização da Qualidade do Ar na Região da Marinha Grande.....	1141
Dioxinas e Furanos: Estudo Epidemiológico Preliminar na Península de Setúbal .....	1148
Optimização da Monitorização da Deposição Atmosférica de PAHs através de Biomonitorios .....	1153
Utilização de Líquenes como Instrumentos de Gestão da Qualidade do Ar na Região de Sines .....	1158
Importância Ambiental e Gestão Sustentada de Massas de Água Naturais em Bacias Hidrográficas de Pequena Dimensão - o exemplo da Bacia da Rib <sup>a</sup> de Frades, Coimbra..	1163
Bairro Alto: o Bairro ou os Bairros? Análise das Diferentes Relações com o Lugar e das Representações sobre o Bairro, o Património e a Participação Pública, dos Moradores do Bairro Alto .....	1173
Educação para a Sustentabilidade através do Trabalho de Projecto com alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico.....	1177
Projecto SaudAR: A Saúde e o Ar que Respiramos.....	1182
Tratamento de Lixiviados de Aterros Sanitários – Tecnologias Disponíveis.....	1187
Monitorização de uma Piscina Biológica.....	1192
Diversidade e Riqueza Específica de Macrofungos em Sistemas de Montado de Sobreiro	1196
Projecto de Compostagem na Comunidade do Seixal - Disseminação dos Resultados Finais .....	1201
Contaminação e Descontaminação de Cobre em <i>Carassius auratus</i> L. 1758: Efeitos nas Brânquias e no Fígado.....	1206
Projecto de Limpeza de Praias e Pinhais no concelho de Esposende.....	1211
Delimitação de Escorrências Uraníferas com Macrófitas Acumuladoras .....	1214
Caracterização Energética e Ambiental da Introdução em Larga Escala de Veículos Movidos a Combustíveis Alternativos .....	1218
Degradação do Corante Reactivo Vermelho Intenso Procion H-EXL GRAN por Oxidação Química com Reagente de Fenton .....	1221
Sistemas de Gestão Ambiental: Análise SWOT entre duas estratégias de implementação	1227
Alterações Climáticas na Madeira: Impactos Sobre as Doenças Transmitidas por Vectores .....	1233
Contribuição Metodológica e Exemplos de Aplicação para o Estudo Estrutural e Dinâmico da Vegetação.....	1238

A Flora Digital de Portugal. A Divulgação dos Recursos Naturais como Estratégia para o Desenvolvimento Sustentável.....	1241
Melhorar o Valor Sustentável.....	1243
Albufeira do Enxoé – Melhoria do Estado da Água.....	1249
Bacia do rio Leça: Variação Espacial da Qualidade da água no Verão de 2006.....	1254
Efeito do Planeamento Urbano e da Utilização de Tecnologias Alternativas no Tráfego Rodoviário e na Qualidade do Ar.....	1261
Caracterização dos Rejeitos da Agroindústria de Leite no Município de Nossa Senhora da Glória/Semi-Árido de Sergipe.....	1265
Auditoria Ambiental em Zonas Marítimo-Portuárias: O Caso da Administração dos Portos do Douro e Leixões, S.A.....	1271
O Projecto Escola-Jardim como Contributo para o Conhecimento e Divulgação do Recurso Florístico na Escolas de Portugal.....	1276
Estudo da Pluma de Contaminação Provocada por uma Antiga Lixeira com o Método de Prospecção Electromagnético - Cidreira, Coimbra.....	1278
Distribuição do Urânio em Bandas de Cisalhamento Frágil e Implicações para os Mapas de Risco de Radão: o Caso da Mina do Barroco (Gouveia – Portugal Central).....	1283
Importância dos Parâmetros Ecotoxicológicos no Controlo de Águas Residuais.....	1288
Estudo da Capacidade de Neutralização da Acidez de Resíduos Industriais para Aplicação em Biolixiviação.....	1290
Porquê a Telegestão?.....	1297
Aplicação de uma base de dados em ambiente SIG na qualidade de água superficial e subterrânea da ESAC.....	1302
Variação do teor de cobre no solo devida à alteração de algumas características de um solo com aplicação de lama residual urbana.....	1307
A Empresa Sustentável como Instrumento do Desenvolvimento Sustentável.....	1312
Gestão dos Resíduos Hospitalares no Hospital Padre Américo – Vale do Sousa EPE.....	1317
Portugal: a Sustentabilidade do Turismo.....	1319
Aplicação da ferramenta ACV na avaliação do desempenho de opções de tratamento de águas residuais à escala piloto.....	1325
Aplicação dos sistemas SBR para tratamento de águas residuais domésticas: características funcionais e operacionais.....	1331
Tratamento dos Rejeitos Líquidos Provenientes das Queijarias do Município de Nossa Senhora de Lourdes/Sergipe.....	1336
Monitorização de Cursos de Água Localizados em Zonas Urbanas: o Caso do Rio Fervença na Cidade de Bragança.....	1342
Medir e Comunicar o Estado do Ambiente e da Sustentabilidade em Portugal.....	1345
Radioactividade Natural e Factores Geológicos Condicionantes na Região da Serra da Buçaco (Portugal Central).....	1351
Avaliação da Influência dos Espaços Verdes no Conforto Térmico Urbano.....	1357
Avaliação das Percepções e Atitudes Sociais Relativamente aos Espaços Verdes da Cidade de Bragança.....	1363
Planos de Redução de Ruído à Escala Municipal – Contributo para o Caso de Oeiras.....	1364

Rumo à Ecoeficiência – um Caso Prático de Economia do Ambiente num Edifício de Serviços.....	1370
Pesquisa e isolamento de bactérias nitrificantes/ desnitrificantes em efluentes agro-industriais .....	1375
Meio Ambiente Urbano, Qualidade de Vida e (In) Sustentabilidade em Cidades Locais - Nossa Senhora da Glória - Sergipe, Brasil.....	1379
Intercepção de precipitação num pinhal na Serra do Caramulo .....	1384
Risco de Extinção do Gorila da Montanha e a Exploração de Minério Tantalite-Columbite Acelerada pela Generalização do Uso de Telemóvel.....	1388
O Centro de Informação Varietal Agro-Florestal e a Conservação de Recurso Vegetal ....	1393
Dinâmicas de Alteração do Uso do Solo na Área de Quilombo de Vila Bela da Santíssima Trindade (Mato Grosso, Brasil). Impactos sobre a Biodiversidade e a Fertilidade dos Solos. ....	1395
Projecto SaudAR: Avaliação da Qualidade do Ar em Viseu .....	1400
Biomarcadores de Contaminação Ambiental na Costa Algarvia .....	1406
Impactos das Alterações Climáticas no Conforto Térmico em Portugal.....	1411
Utilização de Macrófitas Aquáticas no Tratamento de Efluentes de Suinicultura .....	1416
Recuperação da vegetação de sub-bosque de Pinhais e Eucaliptais após incêndios, nos concelhos de Águeda e Albergaria-a-Velha.....	1418
Análise de Micropoluentes Orgânicos em Cinzas Volantes de EIRSU por Cromatografia Bidimensional Abrangente (GCxGC) e Espectrometria de Massa .....	1422
Olfactometria dinâmica aplicada à monitorização ambiental .....	1428
Análise de Ciclo de Vida aplicada à gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Portugal Continental.....	1434
Estado da Arte em Métodos de Detecção e Identificação de Navios .....	1436
Estado da arte em mapas de sensibilidade costeira face a derrames petrolíferos.....	1442
Testes Biológicos com Compostos de Resíduos Verdes.....	1447
Activação Alcalina - a Solução para as Escombreiras das Minas de Jales.....	1451
Padrão de Distribuição do Chumbo Total e Solúvel e Correlação com as Fontes de Contaminação a partir de Musgos como Biomonitorios .....	1456
Avaliação da Eficiência de Fragmentação no Desenvolvimento de um Processo de Reciclagem de Resíduos de Placas de Circuito Impresso Usadas.....	1461
Parâmetros Biofísicos na Evolução do Uso do Solo. O Exemplo da Bacia Hidrográfica da Ribeira dos Covões .....	1466
A Mata à Porta da Escola: Inventariação da Diversidade de Macroinvertebrados do Solo da Mata do Fontelo (Viseu) por alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico .....	1473
Ecoclubes: os Jovens, a Cidadania e o Desenvolvimento Sustentável.....	1478
Projecto Agro 320: Aplicação de Efluentes de Suinicultura ao Solo. Demonstração da Possibilidade da sua Integração numa Estratégia de Resolução dos Problemas Ambientais no Litoral Alentejano .....	1485
O Combustível Derivado de Refugo Como Output do Tratamento Mecânico e Biológico	1489
Utilização do Processo SBR no Tratamento de Efluentes Vinícolas .....	1495

Conservação da Vegetação Autóctone – Carvalhais Mediterrânicos do Concelho de Alcobaça .....	1501
Reintrodução de Ictiofauna Autóctone na Lagoa de Pataias .....	1506
Produção de Hidrogénio Solar Com Simultânea Mineralização de Poluentes Orgânicos...1510	
Medidas de Actividade Beta Total e Beta Residual nos rios Tejo e Zêzere (2001 a 2005).1516	
Evolução da Política e da Legislação sobre Resíduos em Portugal.....1522	
As Actividades Náuticas e a Protecção dos Sistemas Húmidos – desafios para um desenvolvimento sustentável.....1527	
Contributo para a Caracterização Biogeoquímica da Mina de Caveira – Estudo da Planta erica australis .....	1533
Condições para a Realização de Ensaios em Fontes Fixas Industriais em Portugal Continental .....	1539
Garantia de Qualidade na Caracterização de Emissões em Fontes Fixas Industriais .....	1544
Contribuição para a Caracterização da Qualidade do Ar numa Cidade de Média Dimensão – Viseu .....	1549
Sistema Regional de Informação Ambiental – SRIA .....	1556
Avaliação do Potencial de Produção e Utilização de CDR em Portugal Continental .....	1559
A Poluição no Rio Antuã: Identificação das Descargas e das Medidas de Controlo Adequadas .....	1565
Metodologias de Atribuição de Significância aos Aspectos Ambientais .....	1570
Sustentabilidade da Produção de Madeira e Armazenamento de Carbono ao Nível da Unidade de Gestão. Aplicação a Plantações de Eucalipto. ....	1574
Qualidade Ambiental em Áreas Verdes Públicas de Aracaju, SE, Brasil. ....	1582
Projecto Casa do Futuro – Sub-projecto de Reciclagem .....	1588
Caracterização das Condições de Combustão de Biomassa Florestal num Recuperador de Calor Doméstico.....	1593
A Água e a sua Qualidade no 1º Ciclo do Ensino Básico: Sensibilizar para Preservar o Futuro .....	1600
SIG para Alocação Espacial de Emissões Atmosféricas .....	1605
Recolha de Resíduos Urbanos Biodegradáveis .....	1610
A Industria Extractiva no Concelho de Pombal e os Problemas de Impacte Ambiental .....	1616
Biomonitorização de Ozono Troposférico no Alentejo.....	1621

# Modelo de Avaliação do Potencial de Desconstrução Efectivo de um Edifício na Fase de Concepção

AMOÊDA, R. (1) *rogerio.amoeda@netcabo.pt*, JALALI, S. (2), MENDONÇA, P. (1)

(1) *Departamento Autónomo de Arquitectura da Universidade do Minho*

(2) *Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho*

Ciência, Inovação  
2010

Programa Operacional Ciência e Inovação 2010

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO



## SUMÁRIO

A gestão do fim do ciclo de vida dos materiais e componentes empregues na construção necessita de ser avaliada ao nível da efectividade da sua recuperação e não apenas ao nível da possibilidade da sua recuperação. A aplicação dos princípios do conceito de Emergia (com “M”) à análise do ciclo de vida dos materiais ao longo da vida de serviço do edifício permite avaliar a efectividade ambiental dos cenários de fim do ciclo de vida considerados, i.e. reutilização, reciclagem e deposição. A aplicação do modelo desenvolvido para a avaliação do potencial efectivo de desconstrução, a três tipos de parede (alvenaria de tijolo, gesso cartonado e tabique de madeira), demonstra que a efectividade da desconstrução dos edifícios está relacionada não só com o tipo de ligações empregues entre os materiais, mas também com a sua durabilidade, com a sua composição e, principalmente, com a possibilidade de “manter” a Emergia dos materiais.

## PALAVRAS CHAVE

Materiais, desconstrução, emergia, análise emergética.

## INTRODUÇÃO

A recuperação dos materiais e componentes de construção está relacionada com as opções tomadas na fase de projecto, quer no que se refere ao impacto ambiental dos materiais, quer quanto ao modo como estes se relacionam no âmbito da configuração arquitectónica e tecnológica do projecto. O desenvolvimento e aplicação de metodologias de análise do edifício, de modo a prever quanto efectiva será a recuperação dos elementos construtivos, permitir a melhoria das soluções a fim de maximizar, o quanto possível, a recuperação dos materiais e componentes. Assim, apresenta-se um modelo para avaliar o potencial de desconstrução de um edifício durante a fase da sua concepção, que poderá ser aplicado na selecção de materiais, no desenvolvimento e melhoria das tecnologias de construção e na tomada de decisão sobre os cenários de fim do ciclo de vida possíveis.

## MODELO

O modelo proposto baseia-se na análise dos fluxos de matéria ao longo do ciclo de vida de um edifício, empregando o conceito de Emergy Accounting desenvolvido por T. H. Odum (Odum,

1996). A análise energética permite contabilizar segundo uma mesma unidade de referência (Solar EmJoule) todos os fluxos envolvidos quer no processamento dos materiais, quer na sua colocação em obra, i.e. materiais, energia, mão-de-obra, custos monetários.

## Estrutura do modelo

O modelo é composto por 3 passos (ver Figura 1): (1) análise da configuração arquitectónica e construtiva do edifício, (2) contabilização dos fluxos que atravessam o sistema do edifício e (3) definição de um valor quantitativo para a desconstrutibilidade do edifício com base na recuperação efectiva dos materiais e componentes utilizados.

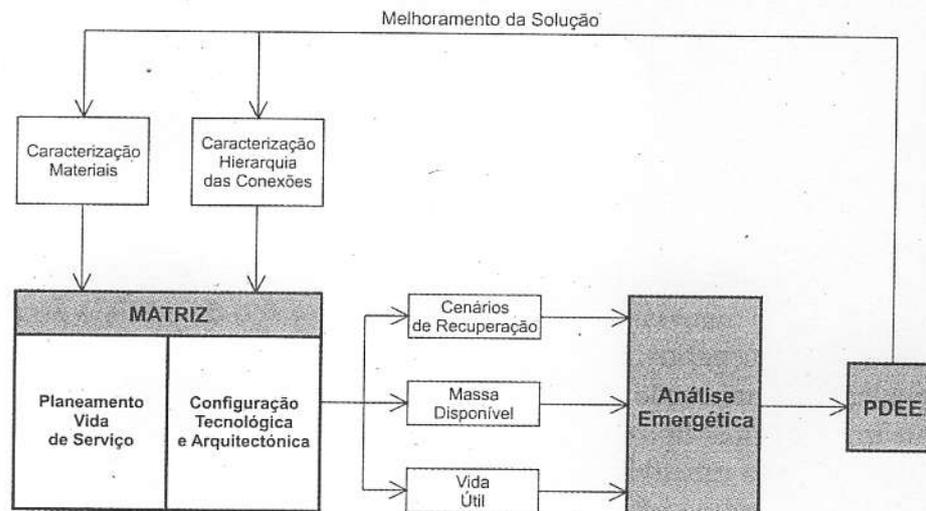


Figura 1: Esquema do modelo

## Potencial de Desconstrução Efectivo do Edifício (PDEE)

A contabilização energética para obter o índice do PDEE é efectuada através da aplicação de um conjunto de equações (ver Tabela 1). As primeiras quatro determinam a Energia total do edifício através da agregação sequencial dos valores de Energia de cada material, do fluxo de Energia por ano de cada material ao longo da vida de serviço e da totalidade dos fluxos de Energia por ano. A equação 5 estima a energia recuperável dos materiais em relação com a dos materiais que estes substituirão em função do cenário de fim do ciclo de vida possível. A equação 6 estabelece o índice de PDEE, i.e. a relação dos valores de Energia total "recuperada" com a Energia total inicial do edifício. Este índice varia entre 0 e 1, correspondendo o valor 0 a uma situação extrema de deposição total em aterro e o valor 1 à reutilização total dos materiais e componentes empregues.

Tabela 1: Equações do modelo

Eq. 1: Energia do Material ( <i>i</i> )	$\text{Energia } M_i = [ (\text{Massa}_i * \text{VEE}) + (\text{Energia}_i * \text{VEE}) + (\text{Trabalho}_i * \text{VEE}) ] \text{ (sej)}$
Eq. 2: Energia do Material ( <i>i</i> )/ano	$\text{Energia } M_i / \text{yr} = \text{Energia } M_i / \text{Vida de Serviço } M_i \text{ (sej/ano)}$
Eq. 3: Energia do Edifício/ano	$\text{Energia } E / \text{ano} = \sum_{i=1}^n \text{Energia } M_i / \text{ano} \text{ (sej/ano)}$
Eq. 4: Energia Total do Edifício	$\text{Energia Total } E = (\text{Energia } E / \text{ano} * \text{Tempo de Vida } E) \text{ (sej)}$
Eq. 5: Energia da REM ( <i>i</i> )/ano	$\text{REM}_i = (\text{Energia } MS_i / \text{Vida de Serviço } M_i) \text{ (sej/ano)}$
Eq. 6: PDEE	$\text{PDEE} = \left( \sum_{i=1}^n \text{REM}_i * \text{Tempo de Vida } E / \text{Energia Total } E \right)$

*i*: Índice do material; M: Material; E: Edifício; VEE: Valor de Energia Específica por unidade (e.g. sej/g, sej/J, sej/\$);  
 MS<sub>*i*</sub>: Material Substituído pelo Material inicial recuperado (*i*); E: Edifício; REM<sub>*i*</sub>: Recuperação Efectiva do Material (*i*);  
 PDEE: Potencial de Desconstrução Efectivo do Edifício.

## APLICAÇÃO DO MODELO

### Unidade Funcional e metodologia

De modo a aferir o comportamento do modelo proposto, foi considerada uma Unidade Funcional correspondente a 1 m<sup>2</sup> de uma parede interior, com índice de isolamento sonoro de referência de 43 dB, para um tempo de vida de serviço de 50 anos. Assim, foram considerados três tipos de paredes interiores de uso corrente:

Parede A: alvenaria de tijolo cerâmico vazado com 0,11 m de largura, revestida em ambas as faces com 0,02 m de reboco de argamassa de cimento e areia com acabamento estanhado a gesso e pintado (ver Figura 2a);

Parede B: placas de gesso cartonado com espessura de 0,015m, com acabamento pintado, aplicadas sobre estrutura metálica em aço galvanizado, com inclusão de lã de rocha com densidade de 40 kg/m<sup>3</sup> (ver Figura 2b);

Parede C: contraplacado de madeira envernizado, com espessura de 0,015 m, aplicado sobre estrutura dupla de barrotes de pinho com a secção de 0,07 x 0,07 m, com inclusão de lã e rocha com densidade de 40 kg/m<sup>3</sup> (ver Figura 2c).

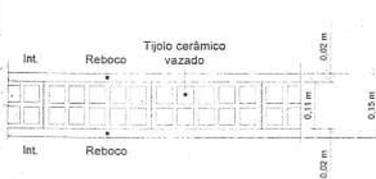


Figura 2a: Parede A

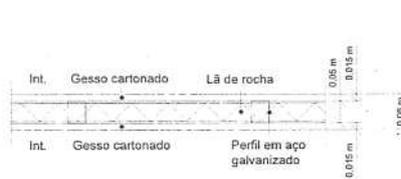


Figura 2b: Parede B

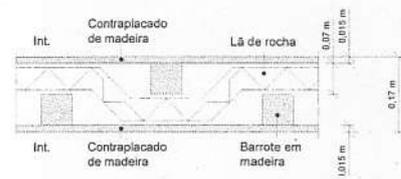


Figura 2c: Parede C

Figura 2: Secção horizontal das paredes A, B e C

O índice de isolamento sonoro estimado para cada um dos tipos de parede foi de 44 dB para a Parede A (Mendonça, 2005), de 43 dB para a Parede B (Iberplaco, 2004) e de 0,42 dB estimados neste estudo para a Parede C.

Para a obtenção dos fluxos dos materiais ao longo da vida de serviço das paredes, foi considerada apenas a vida útil estimada para os diferentes materiais. Para cada material foi considerado o melhor cenário possível para o fim do seu ciclo de vida, dentro das limitações inerentes à sua composição e ao tipo de ligação com os materiais adjacentes. Por exemplo, no caso da reutilização das placas de gesso cartonado foi apenas considerado um valor de 45% do material aplicado recuperável (Thormark, 1997). As relações entre os diferentes materiais foram caracterizadas segundo três tipos de ligações: ligação aberta (LA), ligação fechada (LF) e sem ligação (SL). As ligações do tipo LA referem-se a conexões mecânicas, enquanto as ligações do tipo LF, se referem a conexões adesivas.

## Cálculo do índice PDEE

De acordo com a metodologia proposta, foi efectuada a análise emergética para cada uma das paredes de acordo com os procedimentos estabelecidos por Odum (1996) (ver Tabelas 2,3 e 4).

Após a determinação dos valores de Emergia para cada material e para cada tipo de parede, procedeu-se à aplicação das restantes equações que compõem o modelo, de modo a determinar numa primeira fase os fluxos de Emergia ao longo da vida de serviço dos elementos em análise e, posteriormente, o índice de PDEE respectivo. Para cada parede foi determinada a massa recuperável de cada material, em função das características das ligações aos materiais adjacentes, e definido o melhor cenário de fim de ciclo de vida para cada caso, i.e. reutilização, reciclagem (incluindo combustão para aproveitamento energético) e deposição em aterro. Para obtenção do valor de Emergia recuperável para cada material foi definido, em função das suas características, o material que este poderia substituir no contexto do cenário de fim de ciclo de vida considerado (ver Tabelas 5 a 8

Tabela 2: Análise Emergética da Parede A

	Quantidade		EEU		Emergia (sej)
	Un.	Ref.	(sej/un.)	Ref.	
<b>M<sub>1</sub>: Alvenaria de tijolo cerâmico vazado 0,30 x 0,20 x 0,11 m</b>					
1 Tijolo cerâmico vazado	8,00E+04	g A	4,23E+09	B	3,38E+14
2 Argamassa de cimento e areia (traço 1:5)	3,36E+04	g A	2,58E+09	J	8,67E+13
3 Gasóleo	6,14E+03	J A	6,60E+04	C	4,05E+08
4 Dumper	0,48	\$ A	8,92E+12	G	4,28E+12
5 Pedreiro	6,05	\$ A	8,92E+12	G	5,39E+13
6 Servente	4,32	\$ A	8,92E+12	G	3,85E+13
Equação 1: Emergia M <sub>1</sub>					5,22E+14
<b>M<sub>2</sub>: Reboco estanhado</b>					
7 Reboco com argamassa bastarda	7,60E+04	g A	3,33E+09	J	2,53E+14
8 Cal	3,50E+03	g A	1,68E+09	C	5,88E+12
9 Gesso	1,80E+03	g A	1,68E+09	D	3,02E+12
10 Areia fina	1,28E+04	g A	2,24E+09	E	2,87E+13
11 Água	6,00E+00	g A	7,96E+07	F	4,78E+08
12 Estucador	13,54	\$ A	8,92E+12	G	1,21E+14
13 Servente	4,46	\$ A	8,92E+12	G	3,98E+13
Equação 1: Emergia M <sub>2</sub>					4,51E+14
<b>M<sub>3</sub>: Tinta plástica</b>					
14 Tinta plástica	5,48E+02	g A	3,11E+09	H	1,70E+12
15 Primário aquoso	1,22E+02	g A	3,11E+09	H	3,81E+11
16 Água	2,00E+00	g A	7,96E+07	F	1,59E+08
17 Pintor	5,42	\$ A	8,92E+12	G	4,84E+13
18 Servente	0,46	\$ A	8,92E+12	G	4,07E+12
Equação 1: Emergia M <sub>3</sub>					5,45E+13
<b>Energia 1 m<sup>2</sup> Parede A</b>					<b>1,03E+15</b>
<b>Energia Parede A por unidade de input</b>					<b>1,03E+15</b>
	9,63E+04	g	1,07E+10		

Tabela 3: Análise Emergética da Parede B

	Quantidade		EEU		Emergia (sej)	
	Un.	Ref.	(sej/un.)	Ref.		
<b>M<sub>1</sub>: Estrutura em aço galvanizado</b>						
1 Estrutura com perfis em aço galvanizado R48	4,11E+02	g	L	8,98E+09	I	3,69E+12
2 Estrutura com perfis em aço galvanizado M46	1,33E+03	g	L	8,98E+09	I	1,20E+13
3 Montador	3,00	\$	M	8,92E+12	G	2,68E+13
4 Servente	1,50	\$	M	8,92E+12	G	1,34E+13
Equação 1: Emergia M <sub>1</sub>						5,58E+13
<b>M<sub>2</sub>: Lã de rocha</b>						
5 Lã de rocha	1,68E+03	g	L	3,09E+09	B	5,19E+12
6 Montador	0,90	\$	A	8,92E+12	G	8,03E+12
7 Servente	0,74	\$	A	8,92E+12	G	6,64E+12
Equação 1: Emergia M <sub>2</sub>						1,99E+13
<b>M<sub>3</sub>: Gesso cartonado</b>						
8 Placa de gesso cartonado	1,89E+04	g	K	7,67E+10	J	1,45E+15
9 Gesso	6,60E+02	g	K	1,68E+09	C	1,11E+12
10 Água	3,30E+02	g	K	7,96E+07	F	2,63E+10
11 Montador	3,00	\$	L	8,92E+12	G	2,68E+13
12 Servente	1,50	\$	L	8,92E+12	G	1,34E+13
13 Estucador	5,40	\$	L	8,92E+12	G	4,82E+13
Equação 1: Emergia M <sub>3</sub>						1,54E+15
<b>M<sub>4</sub>: Tinta plástica</b>						
14 Tinta plástica	5,48E+02	g	A	3,11E+09	H	1,70E+12
15 Primário aquoso	1,22E+02	g	A	3,11E+09	H	3,81E+11
16 Água	2,00E+00	g	A	7,96E+07	F	1,59E+08
17 Pintor	5,42	\$	A	8,92E+12	G	4,84E+13
18 Servente	0,46	\$	A	8,92E+12	G	4,07E+12
Equação 1: Emergia M <sub>4</sub>						5,45E+13
Emergia 1 m <sup>2</sup> Parede B						1,67E+15
Emergia Parede B por unidade de input						1,67E+15

Tabela 4: Análise Emergética da Parede C

	Quantidade		EEU		Emergia (sej)	
	Un.	Ref.	(sej/un.)	Ref.		
<b>M<sub>1</sub>: Estrutura em barrotes de madeira de pinho</b>						
1 Estrutura madeira de pinho	1,77E+04	g	J	1,48E+09	I	2,61E+13
2 Carpinteiro	2,26	\$	A	8,92E+12	G	2,01E+13
3 Servente	1,87	\$	A	8,92E+12	G	1,66E+13
Equação 1: Emergia M <sub>1</sub>						6,29E+13
<b>M<sub>2</sub>: Lã de rocha</b>						
4 Lã de rocha	3,03E+03	g	J	3,09E+09	B	9,38E+12
5 Carpinteiro	0,90	\$	A	8,92E+12	G	8,03E+12
6 Servente	0,74	\$	A	8,92E+12	G	6,64E+12
Equação 1: Emergia M <sub>2</sub>						2,40E+13
<b>M<sub>3</sub>: Contraplacado folheado (0,015 m espessura)</b>						
7 Contraplacado folheado (0,015 m de espessura)	1,58E+04	g	J	2,03E+09	I	3,20E+13
8 Carpinteiro	2,26	\$	A	8,92E+12	G	2,01E+13
9 Servente	1,87	\$	A	8,92E+12	G	1,66E+13
Equação 1: Emergia M <sub>3</sub>						6,87E+13
<b>M<sub>4</sub>: Verniz aquoso</b>						
10 Verniz aquoso	4,16E+02	g	M	3,11E+09	H	1,29E+12
13 Pintor	2,53	\$	A	8,92E+12	G	2,26E+13
14 Servente	0,44	\$	A	8,92E+12	G	3,96E+12
Equação 1: Emergia M <sub>4</sub>						2,78E+13
Emergia 1 m <sup>2</sup> Parede C						1,84E+14
Emergia Parede C por unidade de input						1,84E+14

Tabela 5: Aplicação das equações 2, 3 e 4

Parede A				Parede B				Parede C						
Mi	Vida útil (anos)	Rf	Emergy E+13sej	Eq. 2 E+13sej/ano	Mi	Vida útil (anos)	Rf	Emergy E+13sej	Eq. 2 E+13sej/ano	Mi	Vida útil (anos)	Rf	Emergy E+13sej	Eq. 2 E+13sej/ano
M1	45	I	52,2	1,16	M1	50	I	5,58	0,11	M1	50	I	52,2	0,12
M2	30	I	45,1	1,50	M2	50	I	1,99	0,03	M2	50	I	2,40	0,04
M3	15	N	5,45	0,32	M3	30	I	5,13	5,13	M3	10	I	6,87	0,68
M4	-	-	-	-	M4	15	N	5,45	0,36	M4	10	-	0,27	0,02
Eq. 3 E+13 sej/ano				3,03					5,65					1,14
Eq. 4 E+13 sej				151					282					57

Tabela 6: Determinação do índice PDEE da Parede A

Mi	Vida útil (anos)	Massa (g)	Ligações				Cenários de fim do ciclo de vida			Material Substituído (MSi)			
			M1	M2	M3	M4	Reut.	Rec.	Aterro	MSi	EEU E+9sej/un	R	Emergia E+13 sej
M1	45	96300	-	LF	SL	-	-	81855 g	14445 g	Agregados	1,68	C	13,8
Eq. 5: REM M1 (Emergia MS1 /Vida útil M1) E+13 sej/ano													0,30
M2	30	45600	LF	-	LF	-	-	38760 g	6840 g	Agregados	1,68 E+9	C	6,5 E+13
Eq. 5: REM M2 (Emergia MS2 /Vida útil M2) E+13 sej/ano													0,21
M3	15	670	SL	LF	-	-	-	-	670 g	-	-	-	-
Eq. 5: REM M3 (Emergia MS3 /Vida útil M3) E+13 sej/ano													0
REM Total E+13 sej/ano													0,52
Eq. 6: PDEE (Equação 5 * 50 anos de Vida de serviço / Emergia Parede)													0,17

Tabela 7: Determinação do índice PDEE da Parede B

Mi	Vida útil (anos)	Massa (g)	Ligações				Cenários de fim do ciclo de vida			Material Substituído (MSi)								
			M1	M2	M3	M4	Reut.	Rec.	Aterro	MSi	EEU E+9sej/un	Rf	Emergia E+13 sej					
M1	50	1660	LA	-	LA	SL	-	1660 g	-	Aço	8,98	I	1,49					
Eq. 5: REM M1 (Emergia MS1 /Vida útil M1) E+13 sej/ano													0,02					
M2	50	1600	LA	-	LA	SL	1568 g	0 g	32 g	Lã de rocha	3,09	B	6,5					
Eq. 5: REM M2 (Emergia MS2 /Vida útil M2) E+13 sej/ano													0,009					
M3	30	18000	LA	LA	-	LF	8100 g	-	-	Gesso cartonado	76,7	J	62,1					
													9900 g	-	Gesso	1,68	C	1,66
Eq. 5: REM M3 (Emergia MS3 /Vida útil M3) E+13 sej/ano													2,13					
M4	15	670	SL	SL	LF	-	-	-	670 g	-	-	-	-					
Eq. 5: REM M4 (Emergia MS4 /Vida útil M4) E+13 sej/ano													0					
REM Total E+13 sej/ano													2,17					
Eq. 6: PDEE (Equação 5 * 50 anos de Vida de serviço / Emergia Parede)													0,38					

Tabela 8: Determinação do índice PDEE da Parede C

Mi	Vida útil (anos)	Massa (g)	Ligações				Cenários de fim do ciclo de vida			Material Substituído (MSi)			
			M1	M2	M3	M4	Reut.	Rec.	Aterro	MSi	EEU E+9sej/un	Rf	Emergia E+13 sej
M1	50	16817	LA	-	LA	SL	-	15135 g	1682 g	Aparas de madeira	1,48	I	2,24
Eq. 5: REM M1 (Emergia MS1 /Vida útil M1) E+13 sej/ano													0,03
M2	50	2890	LA	-	LA	SL	-	2832 g	58 g	Lã de rocha	3,09	B	0,87
Eq. 5: REM M2 (Emergia MS2 /Vida útil M2) E+13 sej/ano													0,01
M3	10	15000	LA	LA	-	LF	-	2 E+8	J	Combustão	1,85	I	0,37
Eq. 5: REM M3 (Emergia MS3 /Vida útil M3) E+13 sej/ano													0,03
M4	10	416	SL	SL	LF	-	-	-	-	-	-	-	-
Eq. 5: REM M4 (Emergia MS3 /Vida útil M3) E+13 sej/ano													0
REM Total E+13 sej/ano													0,09
Eq. 6: PDEE (Equação 5 * 50 anos de Vida de serviço / Emergia Parede)													0,09

A aplicação do modelo aos três tipos de parede (ver tabelas 1, 2 e 3) apresentou resultados distintos, obtendo-se um índice de PDEE de 0,17 para a Parede A, de 0,38 para a Parede B e de 0,09 para a Parede C. Apesar da Parede C ser desconstrutível, o facto de ser composta por um recurso renovável influencia o valor de Emergia "recuperada". A parede A, apesar de não ser

desconstrutível, permite que a reciclagem dos resíduos corresponda à substituição de recursos não renováveis e, como tal, com valores de Emergia Específica por Unidade mais elevados. A parede B, com o valor de Emergia inicial mais elevado (151E+13 sej), revela-se como a melhor solução na recuperação efectiva dos materiais constituintes pelas possibilidades de desconstrução, de reutilização de parte dos materiais e na substituição de recursos não renováveis em processos de reciclagem (e.g. aço, gesso).

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem verificar a possibilidade do índice de PDEE integrar os diferentes aspectos que influenciam o processo de desconstrução e de valorização dos materiais recuperados, como sejam a utilização de materiais compósitos, de ligações adesivas e a hierarquia dos elementos. Os resultados obtidos permitem concluir da necessidade de valorizar a recuperação dos materiais com valores elevados de Emergia por unidade (e.g. gesso cartonado), por contraste com os materiais provenientes de recursos renováveis e com baixos índices de transformação (e.g. madeira), de acordo com o enunciado por Brown e Buranakarn (2003). A aplicação do modelo à totalidade de um edifício permitirá avaliar o seu comportamento em função da obsolescência dos materiais, factor que determinará com maior precisão os fluxos de materiais e componente ao longo do seu ciclo de vida.

## REFERÊNCIAS PARA AS TABELAS

A (Manso et al., 1997), B (Bjorklund et al., 2001), C (Odum, 1996), D (Brown e McClanahan, 1996), E (Campbell et al., 2005), F (Castellini et al., 2006), G (Center for Environmental Policy University of Florida), H (Brown e Ulgiati, 2002), I (Buranakarn, 1998), J (Este estudo), K (Iberplaco, 2004), L (Diviminho, Lda.), M (Robbialac), N (Macozoma, 2001).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bjorklund, J., Geber, U., Rydberg, T. (2001). Emergy analyses of municipal wastewater treatment and generation of electricity by digestion of sewage sludge. *Resources, Conservation and Recycling* 31: 293-316.

Brown, M.T., Buranakarn, V. (2003). Emergy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options. *Resources, Conservation and Recycling* 38: 1-22.

Brown, M.T., McClanahan, T.R. (1996). Emergy analysis of Thailand and Mekong River dam proposals. *Ecological Modelling* 91: 105-130.

Brown, M.T., Ulgiati, S. 2002. Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems. *Journal of Cleaner Production* 10: 321-334.

Buranakarn, V. (1998). Evaluation of Recycling and Reuse of Building Materials Using the Emergy Analysis Method. Ph.D. Dissertation. Gainesville: Graduate School of the University of Florida.

Campbell, D.E., Brandt-Williams, S.L., Meisch, M.E.A. (2005). Environmental Accounting Using Emergy: Evaluation of the State of West Virginia. Narragansett: U. S. Environmental Protection Agency.

Castellini, C., Bastianoni, S., Granai, C., Dal Bosco, A., Brunetti, M. (2006): Sustainability of poultry production using the emergy approach: comparison of conventional and organic rearing systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114: 343-350.

Iberplaco (2004): *Manual de Iberplaco Soluções Construtivas*.

Macozoma, D. (2001): *Building Deconstruction*. Rotterdam: CIB.

Manso, A.C., Fonseca, M.S., Espada, J.C. (1997). *Informação Sobre Custos – Fichas de Rendimentos*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2005.

Mendonça, P. (2005). *Habitar Sob Uma Segunda Pele – Estratégias para a Redução do Impacto Ambiental de Construções Solares Passivas em Climas Temperados*. Tese de doutoramento. Guimarães: Universidade do Minho.

Odum, H.T. (1996). *Environmental Accounting – Emergy and environmental decision making*. New York: John Wiley & Sons.

Thormark, C. (1997). *Potential Energy Savings in Buildings Designed for Recycling*. Lund: Lund Institute of Technology.