



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ismael Botelho Alecrim

**Aplicação da Metodologia BIM em
Análises de Ciclo da Vida (LCA)**



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ismael Botelho Alecrim

Aplicação da Metodologia BIM em Análises de Ciclo da Vida (LCA)

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Luís Bragança

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos. Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Um enorme agradecimento a todos que ajudaram nas minhas decisões até aqui, sempre me apoiando.

Em especial a minha família, meus pais, irmã, avó, tios, tias e primos.

Aos que me orientaram o Mestre José Pedro Almeida Carvalho e o Professor Doutor Luís Bragança.

A todos os professores que cruzaram meu caminho.

Aos meus amigos e colegas de Manaus e de Portugal.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM EM ANÁLISES DE CICLO DA VIDA (LCA)

RESUMO

A sustentabilidade do setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) é crucial para reduzir os impactos ambientais, sociais e económicos deste mesmo setor. Numa abordagem holística de todo o ciclo de vida, novas ferramentas disruptivas e metodologias para a inovação no setor AEC têm vindo a ser desenvolvidas. De entre elas, destacam-se o Building Information Modelling (BIM), a Avaliação do Ciclo de Vida (LCA) e a Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios (BSA), como peças fundamentais para garantir um desempenho sustentável. A introdução deste conjunto de novos conceitos é abordada e aplicada ao longo desta dissertação. Atualmente, apesar dos diversos estudos nas áreas abordadas, poucos são os que abordam a relação entre os três.

Desta forma, o presente trabalho aborda essa relação, através da aplicação de uma LCA baseada em BIM a um caso de estudo representativo do edificado português. Os resultados da LCA são posteriormente exportados para uma metodologia de avaliação de sustentabilidade (SBTool^{PT}-H), de maneira a avaliar o indicador relacionado com os impactos ambientais de ciclo de vida.

Através da aplicação dos procedimentos utilizados, foi possível avaliar e comparar os impactos ambientais de diferentes soluções construtivas, ao mesmo tempo que se produzia a informação necessária à avaliação da sustentabilidade. Além de possibilitar a comparação de impactos através de valores normalizados, o BIM permitiu a realização da LCA e da avaliação da sustentabilidade de uma forma mais rápida e precisa que a tradicional, bem como a introdução de informação multi-disciplinar no modelo BIM, essencial para os diferentes tipos de análises de sustentabilidade.

Palavras-Chave: Avaliação do Ciclo de Vida (LCA), Building Information Modelling (BIM), Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios (BSA), SBTool^{PT}-H.

APPLYING BIM METHODOLOGY IN LIFE-CYCLE ASSESSMENT (LCA)

ABSTRACT

Improving the sustainability of the Architecture, Engineering and Construction (AEC) sector is crucial to reducing environmental, social, and economic impacts. Regarding to achieve a holistic approach of the whole life-cycle, new disruptive tools and methodologies for innovation in the AEC sector are being developed. Facing from Building Information Modeling (BIM), Life-cycle Assessment (LCA) and Building Sustainability Assessment (BSA), as fundamental pieces to guarantee sustainable performance. Introducing these arrays of new concepts were described during this dissertation. Currently, despite several studies in the areas addressed, few address the relation between the three.

Thus, the present work addresses this relation, through the application of a LCA based on BIM to a case study representative of Portuguese buildings. The results of LCA are subsequently exported to a methodology for sustainability assessing (SBToolPT-H), in order to assess the indicator related to life cycle environmental impacts.

Through the application of these procedures, it was possible to evaluate and compare the environmental impacts of different construction solutions, while producing required information for the sustainability assessment. Besides the impacts comparison through normalized values, BIM has also allowed to carry out the LCA and the sustainability assessment faster and with more accurate results than the traditional methods. Moreover, BIM allows the introduction of multi-disciplinary information in the BIM model, essential for the different types of sustainability analysis.

KEYWORDS: Life-cycle Assessment (LCA), Building Information Modelling (BIM), Building Sustainable Assessment (BSA), SBToolPT-H.

ÍNDICE

Agradecimentos	v
Resumo.....	vii
Abstract	viii
Lista de Figuras	xii
Lista de Tabelas	xiv
Lista de Equação.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xvi
1. Introdução.....	1
1.1 Visão inicial	1
1.2 Objetivos.....	1
1.3 Organização	2
2. Estado da Arte.....	3
2.1 Meio Ambiente e a Indústria AEC.....	3
2.1.1 Impactes da indústria AEC.....	3
2.1.2 Caracterização dos impactes ambientais.....	4
2.2 Sustentabilidade	7
2.2.1 Contextualização	7
2.2.2 Construções Sustentáveis	9
2.2.3 Avaliação da Sustentabilidade	10
2.3 Análise de Ciclo da Vida (LCA)	12
2.3.1 Histórico	12
2.3.2 Procedimento da análise de ciclo da vida	13
2.3.3 Abordagens do ciclo da vida e módulos da análise de ciclo da vida.....	17
2.4 Relação entre Análise de Ciclo da Vida e Avaliação da Sustentabilidade	19
2.5 Building Information Modelling (BIM).....	21
2.5.1 Conceito, benefícios e tendências	21
2.5.2 Software BIM.....	30

2.5.3	BIM em Portugal.....	34
2.6	Avaliação de Sustentabilidade, Análise de Ciclo da Vida e BIM	35
2.6.1	Avaliação de Sustentabilidade e BIM	35
2.6.2	Levantamento de ferramentas de Análise de Ciclo da Vida	37
2.6.3	A relação BIM - Análise de Ciclo da Vida.....	41
2.7	Parque Edificado Português	44
3.	Metodologia.....	49
3.1	Objetivos e Processo do Trabalho	49
3.2	Caracterização e sistemas do edifício.....	51
4.	Modelação BIM e Resultados Preliminares	59
4.1	Referência do edifício	59
4.1.1	Geometria, material e uso	59
4.1.2	Disciplinas.....	61
4.2	Modelo Federativo	65
4.2.1	<i>Clash Detection</i>	65
4.2.2	Estimativa de custo	67
4.2.3	Green Building Studio.....	68
4.3	Tally.....	69
5.	Análises de Resultados LCA.....	71
6.	Relação com o SBToolPT-H	77
6.1	O Processo do parâmetro P1 SBToolPT-H	77
6.2	Aplicação no estudo de caso	78
7.	Conclusão.....	81
	Publicações.....	85
	Bibliografia	87
	Anexo I – Pranchas Arquitetônica, Estrutural e Tubagem Revit	100
	Anexo II – Levantamento de Quantidades Revit	101
	Anexo III – Folha de Orçamento Cype Arquimedes	102

Anexo IV – Relatório de Desempenho Energético GBS.....	103
Anexo V – LCA Tally	104
Anexo VI – SBToolPT-H P1.....	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - População da UE que não consegue manter suas casas adequadamente quente [13]	9
Figura 2 - Configuração normativa LCA [37].	13
Figura 3 - Fases do LCA [41]	15
Figura 4 - Passos para converter a lista de atividades em impacte ambiental [42]	16
Figura 5 - Módulos do LCA [46] adaptado por Koseci [48]	18
Figura 6 - Dimensões BIM [74]	23
Figura 7 - Benefícios e melhorias para o BIM [82]	25
Figura 8 - Comunicação entre as visões de projeto-licitação-construção, gestor de risco e o projetista construtor[20]	27
Figura 9 - Curva de MacLeamy [78]	28
Figura 10 - Fases do Commun Data Environmental (CDE) [90]	29
Figura 11 - Relação do BIM e ferramentas auxiliares no prédio ao longo do ciclo da vida [78]	30
Figura 12 - Esquema do IMPACT 2002+ [124]	40
Figura 13 - Esquema do ReCiPe [125]	40
Figura 14 - Número de pisos por época do edificado português [147]	45
Figura 15 - Fontes de consumo de energia primária e final [149]	47
Figura 16 - Metodologia do trabalho	50
Figura 17 - 3D edificação	51
Figura 18 - Planta Rés do Chão	52
Figura 19 - Planta piso superior	52
Figura 20 - Parede externa - estudo de caso	53
Figura 21 - Telhado - estudo de caso	53
Figura 22 - Pavimento térreo - estudo de caso	54
Figura 23 - Segundo Pavimento - estudo de caso	54
Figura 24 - Acabamento no piso em cerâmica - estudo de caso	54
Figura 25 - Acabamento do piso em OSB - estudo de caso	55
Figura 26 – Janelas - estudo de caso	55

Figura 27- Porta exterior – estudo de caso	56
Figura 28 – Porta interior – estudo de caso	56
Figura 29 – Paredes internas – estudo de caso.....	57
Figura 30 – Teto falso – estudo de caso	57
Figura 31 - Secção estrutural das vigas e pilares.....	57
Figura 32 - Configuração energética do modelo.....	59
Figura 33 - Computação de Áreas e Volumes para Spaces	60
Figura 34 - Configuração de uso do prédio	60
Figura 35 - Propriedades de material – Arquitetura	61
Figura 36 – Modelo energético e topografia em 3D	61
Figura 37 - Propriedade de material - Estrutural	62
Figura 38 - Configurações de estrutura.....	63
Figura 39 - Modelo 3D e analítico estrutural	63
Figura 40 - Preferências de diâmetro de tubagem	64
Figura 41 - Modelo Hidráulico.....	64
Figura 42 - Regras de Clash Detection.....	66
Figura 43 - Visualização Clash Detection.....	66
Figura 44 - Exportação Autodesk Revit para Cype	67
Figura 45 - GBS Exportação Revit	68
Figura 46- Objetivo de estudo no Tally	69
Figura 47 - Verificação de materiais.....	70
Figura 48 - Output para os resultados	70
Figura 49 - Gráfico Resultados Tally por módulo	73
Figura 50 - Gráfico Resultados Tally por elemento construtivo.....	74
Figura 51 - Gráfico Resultados Tally por informação associada ao Tally	75
Figura 52 - Gráfico Resultados Tally por família do Revit	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais Categorias de Impactes Ambientais [8]	5
Tabela 2 - Listagem por disciplina de modelagem BIM, adaptado de [76].....	32
Tabela 3 - Listagem soluções LCA.....	39
Tabela 4 – Sistematização dos problemas e dificuldades encontrados.....	44
Tabela 5 - Histórico dos sistemas construtivos português [148]	46
Tabela 6 - Soluções dos Elementos Construtivos adotados.....	58
Tabela 7 - Resultado por módulo Tally.....	72
Tabela 8 - Resultado por módulo Tally / m ²	72
Tabela 9 - Impactes incorporados nos materiais utilizados na solução de suporte e revestimentos.....	78
Tabela 10 - Impactes incorporados nos materiais utilizados na solução de suporte e revestimentos convencionais.....	79
Tabela 11 - Normalização e avaliação do desempenho ambiental global da solução em avaliação.....	80
Tabela 12 - Avaliação P1.....	80

LISTA DE EQUAÇÃO

Equação 177

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção

AP - Acidification Potential

API - Application Programming Interface

AQS - Águas Quentes Sanitárias

BIM - Building Information Modeling

BoQ - Bill of Quantitatives

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method

BSA - Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios, em inglês Building Sustainability Assessment

CDE - Comum Data Environment

CO2 - Dióxido de Carbono

COBie - Construction Operations Building Information Exchange

DfMA - Design for Manufacture and Assembly

EIFS - Exterior Insulation Finishing System

ELDC - European reference Life-Cycle Database

EP - Eutrophication Potential

EPBD - Energy Performance Building Directive

EPD - Environmental Product Declaration

EPDM - Etileno-Propileno-Dieno

ESL - Estimativa da Vida Útil

ETICS - External Thermal Insulation Composite System

EU - União Europeia

EUA - Estados Unidos da América

FFDP - Fossil Fuel Depletion Potential

GBS Green Building Studio

GIS Sistemas de Coordenadas Geográficas

GWP - Aquecimento Global, em Inglês Global Warming Potential

HVAC - Heating, Ventilation e Air Conditioning

IDM - Information Delivery Manual

IFC - Industry Foundation Classes
iiSBE - International Initiative for a Sustainable Built Environment
ILCD - Reference Life Cycle Data System
IPD - Integrated Project Delivery
IPQ - Instituto Português de Qualidade
LCA - Análise de Ciclo de Vida, em inglês Life-Cycle Assessment
LCC - Life-Cycle Costs (LCC)
LCCO2A - Life-Cycle Carbon Emissions Assessment
LCE - Life-Cycle Energy
LCI - Life-Cycle Inventory
LCIA - Life-Cycle Impact Assessment
LEED - Leadership in Energy and Environmental Design
LOD - Level Of Development
MAAT - Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia
MEP - Mechanical, Electrical, Plumbing
MVD - Model View Definition
NEPA - National Environmental Policy Act
NRE - Non-renewable Energy
ODP - Ozone Depletion Potential
OSB - Oriented Strand Board
PAS - Publicly Available Specification
PCR - Regras da Categoria do Produtos
PE - Primary Energy
PLCA - Parametric Life-Cycle Assessment
POCP - Photochemical ozone creation
RE - Renewable Energy
RECS - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços
REH - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
RSL - Referência de Vida Útil
SBTool - Sustainable Building Tool
SCE - Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

U - Coeficiente de transmissão térmica

VPL - Linguagem Programacional Visual

WIP - Work in Progress

1. INTRODUÇÃO

1.1 Visão inicial

A utilização de conceitos sustentáveis tem ganho cada vez mais relevância em função dos escassos recursos disponíveis, sejam eles ambientais, sociais ou económicos. Adicionalmente, parte dos problemas ambientais existentes, estão diretamente relacionados com o setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Nesta linha, as equipas de projeto têm procurado utilizar ferramentas e metodologias que sejam capazes de avaliar os impactos ambientais gerados, bem como minimizar os graves efeitos decorrentes dos processos e materiais construtivos, seja durante a incorporação dos recursos naturais e transporte, ou na utilização destes recursos até ao final do seu ciclo de vida.

Com a introdução das novas tecnologias no setor da AEC, surge a oportunidade de integrar as atuais ferramentas de sustentabilidade, de modo a aumentar a sua utilização, com vista a alcançar uma efetiva melhoria do edificado. Assim, o presente trabalho visa aliar a metodologia *Building Information Modeling* (BIM) com a Análise de Ciclo de Vida, em inglês *Life-Cycle Assessment* (LCA), de forma a avaliar os seus benefícios e a obter uma visão profunda de algumas das mudanças necessárias no setor AEC, exigidas pelas condições de um edifício mais sustentável. O potencial desta temática tem tido especial dimensão junto dos investigadores e a sua aplicação é cada vez mais uma prática comum no mercado.

1.2 Objetivos

Os objetivos principais definidos para o desenvolvimento deste trabalho, encontram-se listados seguidamente:

- Desenvolvimento do atual Estado da Arte relativamente à integração do BIM nas LCA;
- Identificação e utilização de ferramentas BIM para LCA;

- Avaliações dos impactes de ciclo vida de um edifício tipo português, com recurso a plataformas e ferramentas BIM;
- Relação dos resultados obtidos com a avaliação do indicador “*Valor agregado das categorias de impacte ambiental de ciclo de vida do edifício por m³* da metodologia de avaliação da sustentabilidade SBTool^{PT}-H.

1.3 Organização

Esta dissertação foi dividida em nove capítulos, organizados na seguinte lógica: No primeiro capítulo é apresentada uma visão geral dos dois tópicos principais (BIM e LCA) desta dissertação e são delimitados os objetivos gerais a serem alcançados no trabalho; No segundo capítulo é apresentada a revisão da literatura de tópicos fundamentais para a temática e a linha de raciocínio abordada no trabalho. Primeiramente, são demonstrados os impactes da indústria AEC no Meio Ambiente e a respectiva caracterização dos mesmos. Depois, são contextualizados os conceitos de sustentabilidade, a interferência da construção sustentável, diretrizes e metodologias de avaliação sustentáveis multicritério. Em seguida, a abordagem continua com a contextualização das LCA, além de se correlacionar com a avaliação da sustentabilidade de edifícios, em inglês *Building Sustainability Assessment* (BSA). Mais adiante, fundamenta-se o BIM e suas tendências de aplicação. É ainda realizada uma correlação dos três conceitos – BSA, LCA e BIM – e executado um levantamento de ferramentas LCA. Por fim, foi feita uma caracterização do parque edificado português; no terceiro capítulo é delimitada a metodologia, de forma a traçar a rota do trabalho e a atingir os objetivos propostos. São justificadas as respectivas escolhas em virtude das ferramentas disponíveis. São também caracterizadas as propriedades dos materiais do caso de estudo para o modelo BIM; No quarto capítulo é caracterizado o processo de modelação e simulação BIM do caso de estudo e a sua trajetória; No quinto capítulo são apresentados os resultados obtidos nas diversas disciplinas através do BIM e a análise de resultados LCA; No sexto capítulo, realiza-se uma correlação do caso de estudo com a metodologia de avaliação

sustentabilidade do SBTool^{PT}-H; Por fim, no sétimo capítulo são tecidas as conclusões finais do trabalho.

2. ESTADO DA ARTE

2.1 Meio Ambiente e a Indústria AEC

2.1.1 Impactes da indústria AEC

A Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) representa um enorme impacto ambiental ao meio ambiente. Atualmente, na União Europeia (UE), os edifícios são responsáveis por cerca de 40% do consumo de energia e 36% das emissões de Dióxido de Carbono (CO₂)[1]. Cerca de 35% dos edifícios da UE têm mais de 50 anos e quase 75% das construções são energeticamente ineficientes, dado que foram construídas antes das primeiras regulamentações térmicas [1]. Por conseguinte, uma maior reabilitação dos edifícios existentes tem o potencial de conduzir a uma poupança significativa de energia – potencialmente reduzindo o consumo energético total da UE em 5-6% e as emissões de CO₂ em cerca de 5% [2]. Além da revisão da *Energy Performance Building Directive* (EPBD) em 2010 por parte da UE, em junho de 2018, os países europeus deram o seu aval a uma meta vinculativa para a produção de energia renovável a nível da UE, de um mínimo de 32% do consumo final bruto em 2030. Os Estados-Membros terão de propor um nível indicativo de esforço que contribua para o objetivo vinculativo da UE para as energias renováveis, no âmbito dos planos nacionais de energia e clima [3].

São conhecidos e relatados os impactes e a influência das alterações climatéricas na Europa, nomeadamente, através de eventos extremos. Em Portugal, vive-se um dos maiores intervalos de seca, entre 1981 e 2017, cerca de 70% dos meses foram de seca, com pontuais meses de extrema seca [4]. Num estudo hidrológico de curvas intensidade-duração-frequência, Modesto Gonzales Pereira [5] refletiu sobre os efeitos dos impactes da mudança climática no dimensionamento de sistemas de drenagem em Portugal, onde avaliou mudanças de 9% a 20% nos novos diâmetros nominais.

A indústria da AEC começa a adaptar-se aos novos códigos e legislações, com uma combinação de abordagens mais amplas que promovem a sustentabilidade. Esta combinação, envolve a minimização de desperdícios, assegura que os recursos utilizados no processo de construção melhoram a cadeia produtiva e soma princípios de projeto que agenciam uma operação sustentável do edifício a longo prazo [6].

2.1.2 Caracterização dos impactes ambientais

Com o objetivo de diminuir e consciencializar sobre os impactes ambientais a Diretiva do Parlamento Europeu 2014/54/CE [7] caracteriza os tipos e características dos potenciais impactes ambientais, tais como: a) A magnitude e extensão espacial do impacte; b) A natureza do impacte; c) A natureza transfronteiriça do impacte; d) A intensidade e complexidade do impacte; e) A probabilidade do impactes; f) A ocorrência esperada, duração, frequência e reversibilidade do impacte; g) A acumulação dos impactes com os de outros projetos existentes e/ou aprovados; h) A possibilidade de redução do impacte de maneira eficaz. Os impactes ambientais são as mudanças das condições ambientais ocasionadas pela sociedade e economia, tais como a privação das adequadas condições de saúde, fontes disponíveis e biodiversidade [8].

Diferentes intervenções podem resultar em atividades benéficas ou malélicas ao ambiente, assim as pressões ambientais referem-se ao desenvolvimento do uso das fontes naturais decorrentes das atividades humanas, resultando em desperdício, emissões gases do efeito estufa (GHG) ou poluição do ar e da água [8]. A *ISO 21929-1 - Sustainability indicators - indicators and a core set of indicators for buildings* (Indicadores de sustentabilidade – indicadores chaves para edifícios) [9] que trata sobre os indicadores sustentáveis na construção, centraliza aspetos relevantes aos indicadores tais como: emissões atmosféricas, uso de fontes não-renováveis, consumo de água, mudança do uso do solo, acesso a serviços, acessibilidade, qualidade do ar interior, adaptabilidade, custos, manutenção e segurança.

Os impactes são quantificados em unidades diferentes em valores absolutos, pois a sua acumulação é algo muito abrangente e complexo para avaliar o impacte total e definir a escala de consequências diretas e indiretas. Nos Estados Unidos da América (EUA), através da

National Environmental Policy Act (NEPA) [10] foi definido que o impacte sobre o ambiente que resulta do impacte inicial aquando adicionado a outras ações futuras, passadas, presentes e razoavelmente previsíveis, são encarregadas aos tais agentes iniciais. A acumulação de impactes pode resultar de uma ação individual na qual terá resultados coletivos significantes em certo período de tempo [10]. O processo de análise pode ser dividido em três partes tradicionais, como definição do objetivo, descrição dos efeitos ambientais e determinação das consequências ambientais. De forma a melhor identificar o problema e delimitar a análise de vida dos impactes, na descrição dos efeitos são utilizadas ferramentas como o sensoriamento remoto e sistemas de coordenadas geográficas (GIS) que ajudam na identificação dos efeitos. Por fim, na determinação das consequências ambientais são nomeados os efeitos de ativos, de compensação e sinergias [10].

De forma a diferenciar os impactes ambientais, a Tabela 1 apresenta um breve resumo das principais categorias de impactes, bem como as suas consequências, definidas por Miedzinski *et al.* [8].

Tabela 1 - Principais Categorias de Impactes Ambientais [8]

Categoria de Impacte	Descrição	Impacte em:
Mudança Climática	O potencial das pressões ambientais exercidas pelas emissões dos GHG (como o dióxido de carbono da combustão de combustíveis fósseis ou metano da produção agrícola) para provocar mudanças na temperatura da atmosfera e contribuir para a mudança climática.	Saúde humana Ambiente natural
Criação de ozônio fotoquímico	O ozônio fotoquímico é criado por radiação do sol e algumas substâncias químicas, que resultam da combustão incompleta de combustíveis fósseis (como óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos), levando a impactes negativos na saúde humana e na agricultura.	Saúde humana Ambiente natural

Categoria de Impacte	Descrição	Impacte em:
Depleção de ozônio	Enquanto o ozônio fotoquímico é criado nos níveis do solo, outras substâncias que empobrecem o ozônio (como CFCs e halons usados em refrigeradores) levam à depleção de ozônio estratosférico, o que reduz o potencial da atmosfera para reter a radiação prejudicial, em particular radiação ultravioleta.	Saúde humana Ambiente natural
PM, emissões respiratórias	As emissões de material particulado, bem como as partículas secundárias resultantes de reações químicas com nitratos e sulfatos, são prejudiciais para a saúde. Estes são o subproduto da combustão de combustíveis fósseis	Saúde humana
Ecotoxicidade	A ecotoxicidade é causada por substâncias químicas persistentes, ou seja, substâncias que não são degradáveis pelos sistemas naturais e exercem efeitos tóxicos. Incluem, por exemplo, dioxinas provenientes de incineração de resíduos, amianto proveniente de materiais de isolamento e metais pesados de vários produtos.	Saúde humana Ambiente natural
Radiação ionizante	A radiação ionizante pode ser proveniente de ambas as fontes humanas, como as centrais nucleares, bem como as fontes naturais, como a radiação espacial. O impacto da exposição à radiação depende da dosagem acumulada derivada da inalação, água e alimentos.	Saúde humana Ambiente natural
Acidificação	A acidificação é causada por substâncias químicas (como o ácido nítrico ou o ácido sulfúrico, por exemplo, a partir de eletrólitos em baterias de chumbo-ácido e de agentes de limpeza) e pode danificar os corpos de água, os estoques de peixes, solos e florestas.	Ambiente natural
Eutrofização	A eutrofização ocorre quando quantidades excessivas de nutrientes, como nitrato ou fosfato, alcançam ecossistemas, por exemplo, através da aplicação de adubos ou esgotos. Isto conduz por exemplo às "flores das algas" nas águas.	Ambiente natural

Categoria de Impacte	Descrição	Impacte em:
Toxicidade humana	Esta categoria agregada do impacte ilustra os impactes negativos da saúde nos seres humanos que resultam da emissão de produtos químicos e de substâncias tóxicas.	Saúde humana
Depleção de recursos abióticos	A depleção de recursos abióticos refere-se a reduções nos estoques disponíveis de combustíveis fósseis, minérios metálicos e outros minerais, potencialmente causando escassez de matérias-primas nos mercados e aumentos de preços relacionados.	Fonte natural
Escassez de água	A escassez de água ocorre em uma situação em que a captação de água fresca excede a taxa de renovação no respectivo corpo hídrico, levando à escassez de água ou secas.	Fonte natural
Concurso de uso da terra	A concorrência no uso da terra é geralmente crescente e resulta de múltiplas e crescentes demandas, como terrenos para a produção de alimentos, rações, biocombustíveis e biomateriais. Essa demanda crescente atende a um estoque limitado de terrenos produtivos disponíveis.	Fonte natural
Perda de terras férteis	A perda de terras férteis, por exemplo devido à erosão do solo, é um resultado comumente observado da terra que está a ser utilizada demasiado intensivamente.	Fonte natural

2.2 Sustentabilidade

2.2.1 Contextualização

Perante o aumento da preocupação da sociedade e das autoridades, surgiu a necessidade de procurar medidas que minimizem os possíveis impactes no meio ambiente. O conceito de desenvolvimento sustentável foi inicialmente proposto na *World Commission on Environment and Development*, em 1987, para atender as necessidades essenciais de um vasto número de pessoas nos países em desenvolvimento como alimentação, vestuário, abrigo ou empregos, para além das suas necessidades básicas, de forma a que estas pessoas consigam ter uma melhor qualidade de vida [11]. Sustentabilidade é criar e manter as condições sobre as quais

seres humanos e a natureza podem existir em produtiva harmonia por longo tempo [12]. Desenvolvimento sustentável pode ser definido como o encontro das necessidades das gerações atuais, sem comprometer a habilidade das gerações futuras encontrarem o que elas necessitam [11].

A UE apresenta uma política de melhoria contínua da qualidade de vida a longo prazo, através da criação de comunidades sustentáveis e de um edificado mais sustentável, possuindo diversas políticas de ação. Desde 2014 estabeleceu a Diretiva 2010/31/EU com o plano de alcançar 20% de redução dos gases do efeito estufa, aumentar 20% a eficiência energética e aumentar 20% o consumo de energias renováveis até 2020, em comparação com os níveis registrados em 1990. Desenvolveu também a *EPBD-recast* com objetivo de melhorar e completar a auditoria energética para renovação e assegurar que novos prédios comprometam-se a atingir os padrões próximos de zero na emissão de gás carbono (NZEB) [2]. Além disso, com horizonte posterior, na Agenda 2030 existem linhas de ação para o desenvolvimento sustentável, destacando-se medidas como: água potável e sanitária, energia eficaz e limpa, cidades e comunidades sustentáveis e ação climática [13]. Em Portugal, a EPBD foi transcrita através de três regulamentos: Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS)[14].

A participação da *Brundtland Commission* (1987), Rio-92 (1992), *World Summit on Sustainable Development* (2002), Rio+20 (2012) e outras comitativas são ilustradas por alguns resultados alcançados pela UE. Dados como 2,4% da população dos 28 países da UE ainda não tem saneamento básico, onde os índices acima da média são do leste europeu: Roménia (30,5%), Letónia (12,3%), Bulgária (11,1%), Lituânia (10,6%), Estónia (4,9%), Hungria (3,4%) e Polónia (2,6%) [15]. Dados do Eurostat [13], mostram que em 2014, 16% da energia consumida na UE eram geradas por fontes renováveis e que 9,4% da população da UE não pode manter as suas casas adequadamente quentes [13]. A Figura 1 mostra que os países que menos sofrem são os mais frios da Europa do Norte, além dos níveis de Portugal, que se encontram em aproximadamente 24%.

Preocupações como poluição do ar, índice de reciclagem e acesso ao transporte público desafiam o crescimento e a propriedade das cidades. Forte resiliência, capacidade de adaptação para as catástrofes climáticas e desastres naturais norteiam as metas atuais [13].

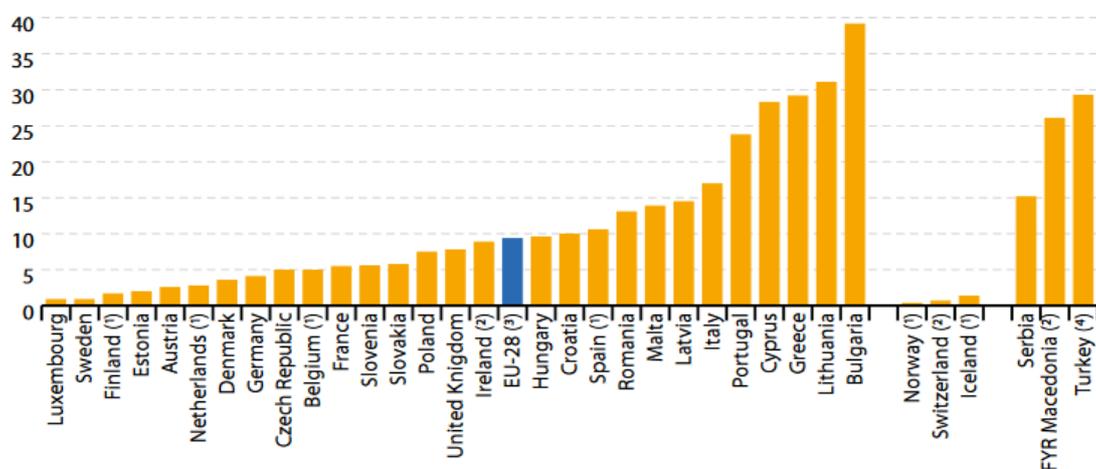


Figura 1 - População da UE que não consegue manter suas casas adequadamente quente [13]

2.2.2 Construções Sustentáveis

Evidenciando a relação entre a construção e o meio ambiente, Kilbert em 1994 [16] definiu que a construção sustentável é responsável pela criação e gestão de um ambiente de construção saudável e estabeleceu princípios para uma construção mais sustentável: 1) Minimizar fontes de consumo; 2) Maximizar energia renovável; 3) Usar fontes renováveis e recicláveis; 4) Proteger o ambiente natural; 5) Criar um ambiente saudável e não-tóxico; 6) Persuadir a qualidade e criar ambiente construído. Em 1997, Hill e Bowen afirmaram que a construção precisa de reduzir o seu impacto no ambiente e realçar a sociedade e a economia [17]. Em 2008, o governo britânico classificou que o mais importante para uma construção sustentável são a fase de compras, projeto e inovação, bem como as pessoas e uma melhor regulação [18]. Por ter caráter multidisciplinar, a construção sustentável é dividida em três grandes dimensões, em que Mateus [19] relaciona que um projeto de construção, só pode ser considerado como sustentável, somente quando todas as dimensões da sustentabilidade (ambiente, economia e sociedade) são abordadas e se encontram em equilíbrio. As várias questões da sustentabilidade são entrelaçadas e a interação do edifício com a sua envolvente é igualmente importante [19]. Com isto, têm-se assistido a uma mudança de visão, onde as edificações deixam de ser vistas apenas como um produto final e passam a ser consideradas como um processo [20]. Krygiel [21] expande a visão sobre os requisitos que apoiam o projeto

sustentável do edifício, ao relatar uma diversidade de fatores como a exposição solar, temperatura média, precipitação pluviométrica, vento, cultura, localidade, prédio tipo, fonte de energia necessária e sistemas de energia renováveis.

A ISO 21929-1 [9], que trata os indicadores sustentáveis na construção, centraliza as áreas de proteção em um edifício em: ecossistema, fontes naturais, saúde e bem-estar, património cultural, prosperidade económica e economia de capital.

2.2.3 Avaliação da Sustentabilidade

As metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios, em inglês *Building Sustainability Assessment (BSA)*, podem ser aplicadas a vários tipos de construções e de operações. Perante a necessidade de se analisar o uso dos princípios de construção sustentável, várias metodologias de BSA de edifícios foram desenvolvidas nos últimos anos, cada uma com as suas peculiaridades e campos de aplicabilidade. Mateus [22] definiu que o principal objetivo de uma metodologia BSA, passa por apoiar o desenvolvimento de um projeto que atinja o equilíbrio mais adequado, entre as diferentes dimensões da sustentabilidade e, que ao mesmo tempo seja prática, transparente e flexível o suficiente para ser facilmente adaptada a diferentes tipos de edifícios e à evolução tecnológica. As metodologias de BSA consistem em facilitadores de iniciativas sustentáveis no processo de tomada de decisão para aconselhar, suportar, integrar e catalogar informações de forma compreensível, flexível e interativa [23]. Ter uma ferramenta multicritério na fase inicial do projeto permite melhores medidas e mais sustentáveis, com base nos três pilares da sustentabilidade e com a possibilidade de avaliar dinamicamente múltiplos cenários, obtendo melhores resultados durante a construção e operação de edifícios [24]. Os critérios são agrupados em categorias, López [25] comparou trinta e seis BSA, em que os dividiu em dez categorias, tais como: Localidade e desenvolvimento sustentável; Consumo de água; Materiais e fontes de consumo; Energia; Qualidade do ambiente interior; Inovação; Fatores socioeconómicos; Qualidade do construído; Economia Circular e; Adaptação as mudanças climáticas.

A primeira metodologia a surgir foi a britânica BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) em 1990, que atualmente tem versões para diversas tipologias de edifícios. Esta é composta por dez categorias que descrevem a sustentabilidade através de 71 critérios [26]. Em 1993, surgiu a LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), metodologia norte-americana constituída por uma lista de requisitos de desempenho em cinco categorias, onde o número de créditos, de pré-requisitos e de pontos disponíveis varia consideravelmente, de acordo com a área específica de interesse e o tipo de construção [27]–[29].

Em 1996, a iniciativa internacional *Green Building Challenge*, mais tarde denominada de *Sustainable Building Challenge*, identificou instrumentos de avaliação que, através de diferentes bases metodológicas, seriam capazes de avaliar os requisitos dos impactes ambientais, económicos e sociais de um edifício durante todo o seu ciclo de vida. Desenvolvido através do trabalho de representantes de 20 países, este processo levou ao desenvolvimento do SBTool (*Sustainable Building Tool*) que foi projetado para oferecer, além de um padrão internacional comum, uma fácil personalização em relação aos contextos nacionais individuais [30]. Atualmente, este método é continuamente atualizado e gerido pela *International Initiative for a Sustainable Built Environment* (iiSBE) [30].

Em Portugal, o SBTool foi transposto para o panorama nacional, através de versões personalizadas, que têm como objetivo apoiar as equipas de projeto desde as etapas mais preliminares de projeto e certificar a sustentabilidade de edifícios existentes, novos e renovados, situados principalmente em zonas urbanas [22]. Na avaliação dos critérios do SBTool, o desempenho do edifício em avaliação é comparado com dois *benchmarks* locais: prática convencional e melhor prática; que após normalização e ponderação perfazem a classificação final do edifício [22]. O SBTool foi adaptado em versões para edifícios residenciais, hospitalares, escolares, de serviços, prédios históricos e ainda para o planeamento de áreas urbanas [31].

Num estudo comparativo entre metodologias, Ferreira [32] concluiu que a dimensão económica é muitas vezes considerada de uma forma muito indireta, sendo que no SBTool é explicitamente considerada, o que comprova a adequação da segregação inicial adotada para facilitar a compreensão e a interpretação da etiqueta de certificação. O desenvolvimento do SBTool teve como prioridades otimizar a lista de indicadores, considerar diferentes dimensões

do desenvolvimento sustentável, ser baseado no atual estado da arte e ter especificidades de cada tipo de edifício, de forma a aumentar a fiabilidade e a desenvolver um guia de avaliação para a certificação energética [33].

2.3 Análise de Ciclo da Vida (LCA)

2.3.1 Histórico

No setor da construção, com o aumento das investigações e políticas de sustentabilidade, a redução das necessidades energéticas dos edifícios tornou-se uma estratégia cada vez mais comum, considerando todo o ciclo de vida do projeto. No entanto, sendo a sustentabilidade muito mais que a eficiência energética de um edifício, é ainda necessário proceder à implementação de Análises de Ciclo de Vida (LCA) em combinação com uma BSA objetiva – processos que ainda requerem enorme maturação [34]. A produção do material, a construção do edifício, a sua utilização e o seu desmantelamento são etapas cada vez mais importantes. Critérios como o planeamento, a durabilidade, a fiabilidade dos sistemas, a funcionalidade e a manutenção devem ser bem avaliadas na projeção de um edifício.

A ideia da ferramenta LCA foi, inicialmente, desenvolvida em 1969 por Harry E. Teasley Jr. [35], para gerir o processo de empacotar a embalagem da *Coca-Cola*, no qual se pretendia quantificar as consequências ambientais, a necessidade de materiais e a energia associada a todo o ciclo de vida de um pacote, desde a extração de matérias-primas até à sua eliminação [35]. No decorrer dos fatos, Guinée [36] dividiu o LCA em quatro grupos históricos: um primeiro limitado entre 1970 e 1990, nomeado décadas da conceção; um segundo limitado entre 1990 e 2000, nomeado décadas da padronização; um terceiro limitado entre 2000 e 2010, nomeado por décadas da elaboração e, por fim, um último limitado entre 2010 e 2020 nomeado década da análise sustentável do ciclo de vida.

O LCA também pode ser revertido em outras finalidades para analisar o ciclo de vida do edifício, tais como: *Life-Cycle Energy* (LCE), *Life-Cycle Carbon Emissions Assessment* (LCCO2A) e *Life-Cycle Costs* (LCC). O LCE é uma versão simplificada do LCA que se concentra apenas na avaliação de inputs energéticos para diferentes fases do ciclo de vida. O LCCO2A considera

toda a produção de emissões equivalentes do carbono de um edifício em diferentes fases do seu ciclo de vida. Enquanto o LCC é uma metodologia para a avaliação económica sistemática dos custos do ciclo de vida durante um certo período de análise [37].

Outra divisão é feita por amplitude do LCA pela *Operational Guidance for Life Cycle Assessment Studies of the Energy Efficient Buildings Initiative* no *EeBGuide* em *Screening*, *Simplified* e *Complete* LCA. O *Screening* LCA é uma rápida estimativa inicial que pode ajudar nos primeiros momentos do projeto. O *Simplified* LCA ou *Adapted* LCA é um estudo que não foca em todos os módulos do LCA e é adaptado para um primeiro entendimento num campo específico pelos *stakeholders*. O *Completed* LCA aborda todo o ciclo de vida do edifício e segue a ISO 14044:2006 [38].

Normas como a ISO 14040:1997, ISO 14044:2006, EN 15978:2011, EN 15804:2012 e o *Handbook* da UE denominado de *Reference Life Cycle Data System (ILCD)*, norteiam os conceitos técnicos, conforme a configuração normativa ilustrada pelo *EeBGuide* [37] na Figura 2.

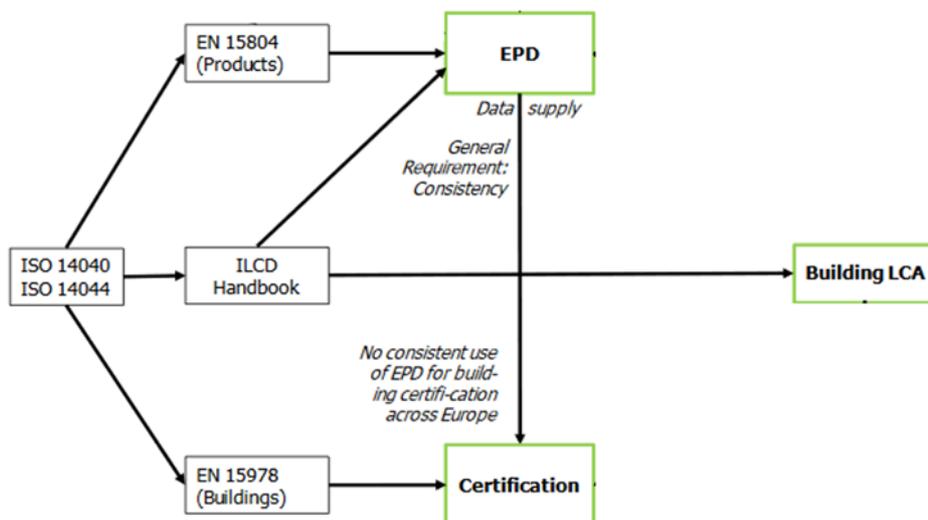


Figura 2 - Configuração normativa LCA [37].

2.3.2 Procedimento da análise de ciclo da vida

São partes fundamentais do LCA os objetivos, a análise do inventário da base de dados, a análise do impacto e as suas respetivas interpretações. A ISO 14040 - *Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework* (Gestão ambiental – Análise

de Ciclo da Vida – Princípios e enquadramento) [39] qualifica e orienta estes conceitos, para retirar ambiguidades e definir padrões [38]. Para garantir a compatibilidade dos resultados é necessário ter uma base comum [38]. Os sistemas devem ser comparados com a mesma unidade funcional e considerações metodológicas equivalentes, tais como desempenho, limites do sistema, qualidade dos dados, procedimentos de alocação, regras de decisão sobre a avaliação de insumos e avaliação de impacto [39]. As comparações entre diferentes materiais numa base de massa (por exemplo, "1 kg de vidro" vs. "1 kg PET") são, portanto, sem sentido e enganosas [40].

No objetivo o LCA tem que se referir pelo menos às seguintes três áreas de impactos potenciais: proteção da saúde humana, ambiente natural e recursos naturais [40]. A Figura 3 ilustra a importância da interpretação para o estudo do LCA em três processos chaves: identificação de questões significantes, avaliação do inventário *data-base*, conclusões, limitações e recomendações. Na fase de avaliação, existe ainda alguma subjetividade, nomeadamente na escolha, modelação e avaliação das categorias de impacto. Portanto, a transparência é fundamental na avaliação de impacto para garantir que as suposições sejam claramente descritas, relatadas e posteriormente verificadas [41].

O ILCD recomenda concentrar os esforços na recolha de dados pela relevância dos mesmos, na experiência existente com alta qualidade, nas Regras da Categoria do Produtos (PCR) e em documentos específicos de orientação dos produtos [40]. É recomendado documentar tudo desde o início do projeto, para como memória ao longo do estudo [40].

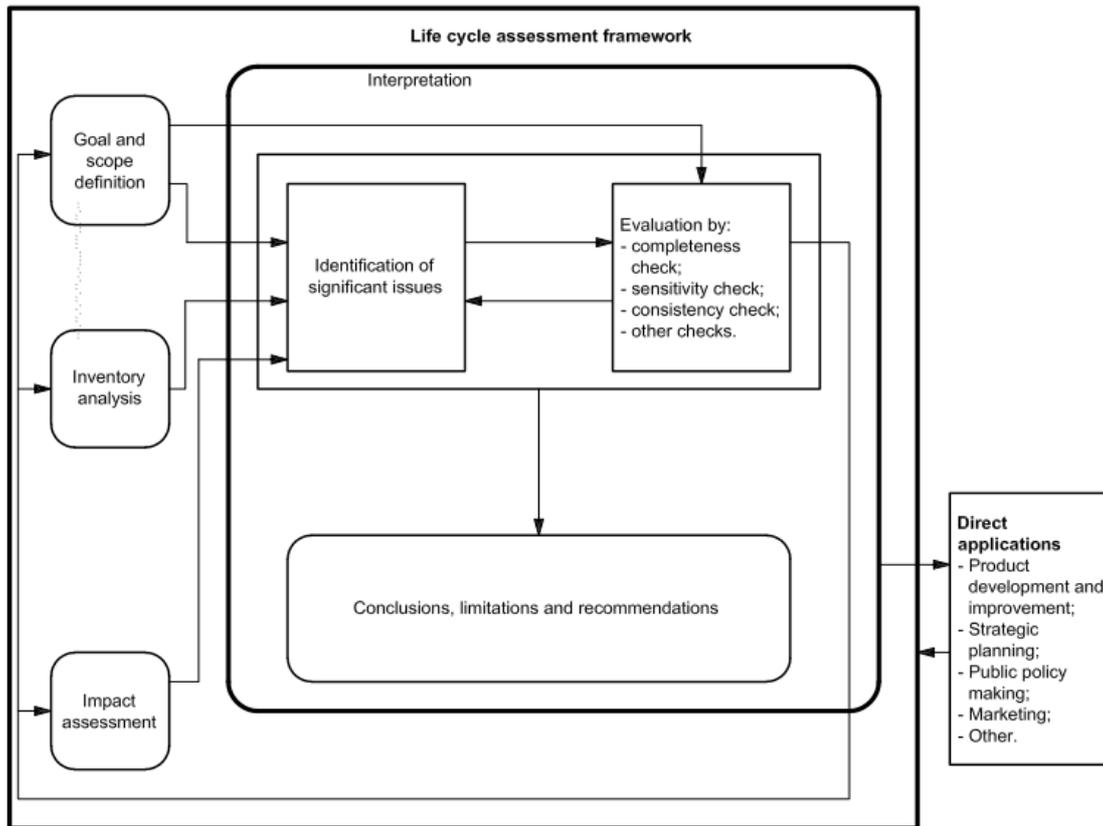


Figura 3 - Fases do LCA [41]

Para recolher e proceder aos cálculos de um impacte ambiental, inicia-se pela elaboração de uma lista de atividades, em inglês *Bill of Quantitatives* (BoQ) e de um inventário, em inglês *data-base*. A ISO 14044 - *Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines* (Gestão ambiental – Análise de Ciclo da Vida – Requerimentos e diretrizes) [41]. Define a fase de catalogar e quantificar os *inputs* e *outputs* para um produto através do ciclo da vida, quantifica-se o desempenho de um sistema com uma unidade de referência contendo a informação sobre aspetos tais como: o tipo de edifício, o tipo de uso, a exigência técnica ou funcional e a vida de serviço como o *Life-Cycle Inventory* (LCI). Após finalizar este quadro, ao adicionar os métodos de cálculo denominados *Impact assessment methodology*, a avaliação e resultados obtidos de cada impacte ambiental é denominada de *Life-Cycle Impact Assessment* (LCIA) [41]. A Figura 4 ilustra os passos desta relação, desde o BoQ até à obtenção do impacte ambiental [35].

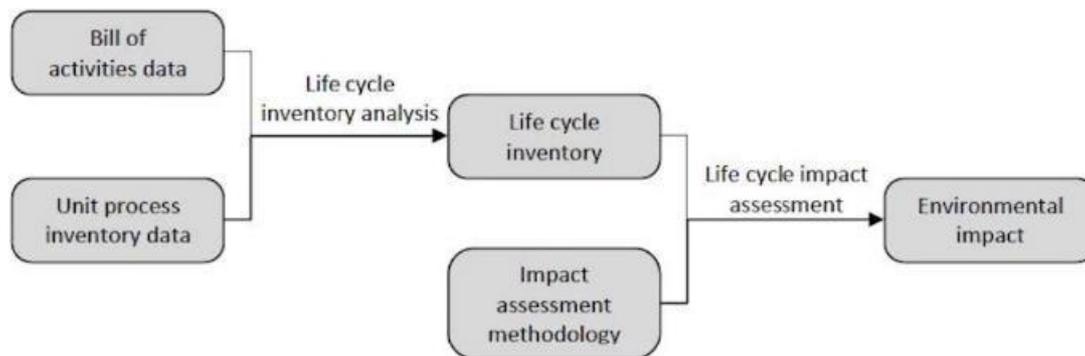


Figura 4 - Passos para converter a lista de atividades em impacto ambiental [42]

Mutel [43] fez recomendações quanto ao desenvolvimento de inventário *data-base* para priorizar o desenvolvimento de informações regionais, documentar a informação especializada de cada dado e a informação altimétrica, bem como suportar o desenvolvimento de novas informações, com intuito de apanhar a adequada variação dos impactos. O inventário *data-base* é uma modelação que reflete as restrições de mercado, as decisões explícitas relacionadas com o fornecedor, o uso de dados históricos baseados em fatos e quantificação de incertezas conhecidas [40]. Um erro comum, segundo o ILCD, é usar dados de países em outros sem qualquer adaptação de mercado, consumo operacional e tecnologias da construção [40].

A seleção de *inputs* e *outputs*, o nível de agregação dentro de uma categoria de dados e a modelação do sistema devem ser consistentes com o objetivo do estudo. O sistema deve ser modelado de tal forma que, os *outputs* e *inputs* da fronteira sejam bem definidos, assim como vários fatores determinantes, como o objetivo da aplicação do estudo, considerações tecidas, critério de desconsiderações, inventário de base de dados e custos contraídos [41].

Os métodos de cálculo do *Impact assessment methodology* devem fornecer fatores de caracterização no *midpoint indicators* (impacte) e *endpoint indicators* (categorias), de forma que forneçam fatores que cubram todos os danos relevantes [40].

A estimativa da vida útil (ESL) de um produto é determinada pelo fabricante, a *ISO 15686 Buildings and constructed assets — Service-life planning — Part 8: Reference service life and service-life estimation* (Edifícios e ativos construídos - Planeamento de vida útil - Parte 8: Vida útil de referência e estimativa de vida útil) [44] e define que a ESL é a relação entre uma referência de vida útil (RSL) e fatores ponderados de qualidade e análise (nível de qualidade

do ambiente construído, nível de projeto, nível de execução do trabalho, ambiente interior, ambiente ao ar livre, condições de uso e nível de manutenção). O ILCD alerta para outras condições como: inovação técnica, integridade do equipamento, custo do uso pela substituição [40].

2.3.3 Abordagens do ciclo da vida e módulos da análise de ciclo da vida

São reconhecidas três abordagens por Eleftheriadis et al. [45] que podem aumentar os domínios existentes de engenharia estrutural/eficiência energética:

- Incorporação: promover os atuais métodos de otimização e as ferramentas de tomada de decisão, a fim de fornecer recomendações para ações que melhorem a construção e o desempenho da sustentabilidade, enquanto permitem à equipa de projeto avaliar a eficácia dessas medidas em tempo real;
- Operação: combinando-a com sistemas de gestão de edifícios e soluções de visualização avançadas, poderá permitir que a equipa de projeto otimize as emissões de carbono, avaliando as atividades relacionadas com o custo, emissões de carbono, eficiência energética, relatórios de consumo e medidas de mitigação;
- Fim-de-vida: Misturar análises de design e monitorização/processos produtivos que podem ser incorporadas nos sistemas de gestão de instalações existentes, para identificar falhas de componentes da construção, efetivamente mantê-las e estender o ciclo de vida do edifício.

Na ótica da indústria AEC a fronteira é dividida em módulos (A-D) pela EN 15978 - *Sustainability of construction works: assessment of environmental performance of buildings* (Sustentabilidade de trabalhos da construção: análise do ambiente construído). A Figura 4 relata os módulos referentes ao LCA. O módulo A é responsável pela manufatura do produto e pelo processo de construção, os seus sub-módulos são: extração do material *in-natura* (A1), transporte deste material (A2), manufatura (A3), transporte para o estaleiro e para o canteiro (A4) e montagem e instalação no edifício (A5) [46]–[48]. O módulo B é responsável pelo fabrico construtivo e operação, os seus sub-módulos são: uso para a aplicação de produtos instalados (B1), manutenção (B2), reparação (B3), substituição (B4), renovação (B5), uso operacional do edifício (B6) e desperdícios de utilização (B7) [46]–[48]. O módulo C é responsável pelo fim-da-vida, os seus sub-módulos são: desconstrução/demolição (C1), transporte para o processo de reciclagem (C2), reutilização-recuperação-reciclagem (C3) e descarte (C4) [46]–[48]. O módulo D é responsável pelos benefícios e cargas além do 3 R's,

Reusar, Recuperar e Reciclar [46]–[48]. Para o cálculo dos sub-módulos de operações do edifício (B6 e B7) podem adotar uma expectativa de vida útil que varia desde 30 anos até mais de 100 anos [46]–[49]. Num estudo que utilize estes módulos devem ser descritos todos quantitativos que são atribuídos em cada módulo e sub-módulo [40].

A EN 15804 - Sustainability of Construction Works - Environmental Product Declarations - Core Rules for the Product Category of Construction Products (Sustentabilidade de trabalhos da construção – Declarações de produtos ambientais – Regras chaves para categorias do produto) [50], define a amplitude da metodologia com os conceitos *cradle-to-gate* cobrindo os sub-módulos A1 até A3 e *cradle-to-grave*, que cobre todos os módulos, excepto o D. A abordagem mais completa é o *cradle-to-cradle* que cobre todos os módulos [47], [50]. A Figura 5 ilustra este enquadramento.

Product / Manufacture Stage [A1-A3]			Construction Process Stage [A4-A5]		Use [B1-B7]								End-of-Life Stage [C1-C4]				Benefits & Loads Beyond [D]
					Building Fabric				Operation of the Building								
Raw Material Extract / Process / Supply	Transport	Manufacture	Transport to the Site	Assembly / Install in the building	Use / Application of Installed Products	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational Energy Use	Operational Water Use	Deconstruction / Demolition	Transport to Waste Process	Reuse-Recovery-Recycle	Disposal	Reuse-Recovery-Recycle Potential	
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
Cradle-to-Gate			Gate-to-Grave														
Cradle-to-Grave																	
Cradle-to-Cradle																	
System Boundaries																	

Figura 5 - Módulos do LCA [46] adaptado por Koseci [48]

O relatório da UE denominado de *Model for Life Cycle Assessment of buildings* visou ajudar a conceber e apoiar as políticas europeias relacionadas com a utilização eficiente dos recursos na construção [51]. Define ainda a conceção sustentável a partir de critérios multidisciplinares de projeto, principalmente critérios ambientais e critérios estruturais, permitindo avaliar a eficiência dos recursos dos edifícios nas fases iniciais da construção [51]. O relatório apresenta

uma análise de um modelo de betão e outro de aço, a fim de identificar grandes dificuldades e limitações [51]. Dois problemas principais foram identificados: (i) falta de detalhes completos de itens indicados na lista de materiais; e (ii) a falta de dados ambientais para alguns materiais [51]. Essas limitações afetaram principalmente as paredes exteriores e sistemas de revestimento, divisórias internas, materiais de acabamento e outros materiais e componentes auxiliares [51]. Este problema pode ganhar amplitude se a avaliação for feita em fases adiantadas do projeto, quando alguns materiais ainda não foram definidos [51].

2.4 Relação entre Análise de Ciclo da Vida e Avaliação da Sustentabilidade

Um dos meios mais frequentes de se utilizar os dados do LCA em edifícios, é definir um edifício corrente – *benchmark* – para alcançar objetivos e melhorar o desempenho, de maneira a que os impactos possam ser avaliados por *ratings*.

Atualmente, os sistemas de BSA são aplicados em novos edifícios, edifícios renovados e existentes em todo o mundo. Em muitos deles, os procedimentos de certificação desenvolvidos tem a finalidade de avaliar a sustentabilidade ambiental dos edifícios e visam a redução de consumos energéticos e impactos ambientais durante a construção, gestão e operação [52]. A importância dos resultados da LCA podem ser mais destacados para estimular a sensibilidade e o conhecimento dos *stakeholders*: partes interessadas, tal como designers, usuários e tomadores de decisão nestes casos [53]. Entretanto, a ampla variação em termos de escolhas, pressuposições e resultados diversos numa LCA indica que a interpretação dos resultados é muito complexa sem uma decisão multicritério [54]. Potenciais estudos, como para a construção modular, têm sido desenvolvidos para atender casos específicos de abordagem. Entretanto, é com metodologias de grande porte, como a LEED, BREAAAM e SBTool, que se percebe o avanço da temática. A falta de praticidade para relacionar os conceitos ainda é um desafio, como no caso da LEED, onde a LCA ainda precisa ser inserida manualmente [55]. Ao relatar a praticidade do BSA em comparação à modelação do LCA, Suzer [56] relata que os proprietários estão interessados numa certificação dupla sendo que as avaliações LEED e BREAAAM são semelhantes em 83%. Adicionalmente, num inquérito com mais de 150 construtores e investigadores em estudos de LCA na Europa, 84% dos

entrevistados consideraram que o principal incentivo para a realização de LCA surge da aplicação de sistemas de BSA [57]. O nível de integração LCA-BSA foi de 50% do total de edifícios avaliados dentro desta amostra [57]. O LCA ainda não é totalmente considerado em grande parte dos BSA [25]. Os maiores desafios que o LCA enfrenta foram identificados por Nwodo [58]: qualidade de dados, subjetividade na caracterização e avaliação do impacto ambiental, definição inadequada de unidades funcionais, suposições para a vida útil, falta de procedimento para os limites do sistema, falta de análise de incerteza e limitações quando utilizada como uma ferramenta de tomada de decisão. Um quadro no qual se considera um LCA dinâmico é denominado de *Dynamic Life-Cycle Assessment (DLCA)*, em que os seus inputs mudam a cada ano e, conseqüentemente, seus impactos. Nwodo [58] e Su [59] veem com animação esta abordagem, prometendo melhorar a precisão dos resultados. O progresso tecnológico, a variação no comportamento de ocupação, os fatores característicos dinâmicos e os fatores de ponderação dinâmicos são decisivos em questões de precisão. Galimshina [60] aplica métodos probabilísticos de incerteza na utilização do LCA em reabilitações. Devido ao cenário de incerteza da lista de quantitativos na fase inicial de projeto, do inventário database e da interpretação dos resultados do LCA, as variáveis no processo estocástico são consideradas aleatórias [61]. A simulação de Monte Carlo é uma técnica amplamente utilizada para a propagação de tais incertezas de inputs [61].

Schlegl [62] relata, para a realidade alemã, a importância dos resultados do LCA para a construção de um *benchmark* para energia primária. Seis sugestões de melhoria são propostas para a preparação de resultados, dentre elas: padronização do *template*, padronização de interfaces de software LCA, a distribuição de custos inócuos, automatização da checklist e atualizações periódicas [62]. Ao demonstrar a força e os resultados positivos das LCA, Almeida [63] relata a relevância da energia primária e emissões de carbono na análise do custo efetivo da reabilitação de um edifício. Os resultados sugerem que os valores incorporados das emissões de energia e de carbono têm um efeito decrescente — variando de 2% a 32% — sobre as potenciais reduções de energia e emissões, que podem ser alcançadas com medidas de reabilitação de edifícios [63]. Ao fazer um levantamento de estratégias de melhoria energética na utilização de um edifício, Mirabella [64] concluiu que a maioria dos estudos fornecem *insights* valiosos sobre os benefícios ambientais das estratégias de desempenho energético, identificadas ao longo do ciclo de vida da construção. No entanto, mostra também

o risco da mudança de carga energética, caso se foque apenas no uso de energia operacional ou quando um limitado número de categorias de impacto ambiental é avaliado [64]. Alshamrani [65] apresenta um modelo do LCA integrado no LEED para o estudo de sistemas estruturais e envolventes dos edifícios escolares do Canada, onde os programas utilizados para a simulação energética foi o eQUEST e, para o LCA, o Athena Impact Estimator for Buildings. Os resultados mostram que os edifícios de betão e alvenaria tem alto consumo de GHG durante certas fases do ciclo de vida, como fabrico, construção e demolição. No entanto, têm menor consumo anual de energia e impacto ambiental durante a fase operacional, bem como para a vida útil [65]. Hollberg [66], num edifício multifamiliar em Hamburgo, desenvolveu um método no processo de projeto para usar um *dual-benchmark*, com limites de 5%, para facilitar a utilização uso do LCA como ferramenta de projeto.

2.5 Building Information Modelling (BIM)

2.5.1 Conceito, benefícios e tendências

Building Information Modelling (BIM) consiste num conjunto de políticas, processos e tecnologias, que concebem uma metodologia de trabalho capaz de gerir o modelo 3D e os dados do projeto durante o ciclo de vida do edifício [67]. Como fatores chaves da modelação BIM podemos destacar as etapas de colaboração, visualização, documentação e análise [68]. Durante cada iteração do projeto, este modelo 3D torna-se mais fiável e reconhece mais informações que são especificadas e articuladas com um alto nível de claridade do conteúdo. Estas especificações são denominadas de *Level Of Development* (LOD) e podem variar quanto ao seu grau de complexidade de 100, o mais simples, até 500, com informações mais abrangentes sobre as propriedades e as telas finais [69]. Inicialmente, para definir um design conceptual, a área de superfície da fachada, a área de superfície do telhado, a área de edifício e o número de assoalhadas são especificados em LOD100, entretanto poucos parâmetros são definidos [70]. Com uma parametrização esquemática o LOD200 é desenvolvido, adicionando mais detalhes e informações não-geométricas. O modelo detalhado do LOD300 é desenvolvido na fase de projeto, definindo conjuntos e subconjuntos específicos, tipos de

materiais com quantidades específicas, tamanho de construção, forma, orientação, construção de sistemas de energia e sistemas de utilidade de construção. O LOD400 é um modelo com informações para o processo construtivo com informações detalhas de fabrico, montagem e instalação. Já o LOD500 aborda detalhes operacionais, manutenção e as-telas finais [70].

A mudança na elaboração do projeto tem diferentes níveis de maturidade, desde o desenho manual, a modelação geométrica e agora a modelação paramétrica orientada por objetos. A modelação paramétrica refere-se ao uso do formato geométrico aliado à formulação matemática e estão disponíveis em catálogos já modelados (*NBS Library, BIMObject*, entre outros) ou podem ser geradas massas para parametrização a partir do uso de ferramentas de modelação [71], [72]. Com o excesso de informação não geométrica, a necessidade de estruturar e clarificar os parâmetros das instâncias e famílias é respondida com a *Construction Operations Building Information Exchange (COBie)*, na qual, a partir de uma folha de cálculo onde são preenchidos estes parâmetros, a informação pode ser representada em vários lugares diferentes de acordo com o requerimento e necessidade específica de troca de informações [73].

O início da aplicação do BIM ao longo do ciclo da vida do edifício promove as suas funcionalidades e potencialidades, sendo divididas em dimensões. A dimensão 3D foi introduzida com a modelação paramétrica em 3D e a sua automatização na geração de vistas e cortes; a dimensão 4D foi desenvolvida com a integração de software de medição, planeamento e controlo de tempo; a dimensão 5D com a análise de custos; a dimensão 6D as análises de sustentabilidade e; a dimensão 7D com o *facility management* (em português, gestão de instalações) avaliação de gestão. A Figura 6 descreve todas estas dimensões [74].



Figura 6 - Dimensões BIM [74]

Uma componente de suma importância para a fase de colaboração, passa pela comunicação entre essas dimensões, ou seja, a interoperabilidade. O *Industry Foundation Classes* (IFC) é o formato padrão da transmissão de dados entre aplicações de um mesmo nível, que permite a troca de arquivos entre software BIM. Outros formatos de interoperabilidade passam pelo gbXML, que tem ganho especial importância no cenário energético, dada a sua capacidade de incorporar informação térmica descritiva [75].

Dentro do software BIM, existem três níveis de aplicações que podem comunicar entre si [76]:

- Ferramenta: aplicação com um objetivo específico. Normalmente seu resultado é independente (ou final), como por exemplo um relatório, uma análise ou um desenho;
- Plataforma: aplicação que gera informação para diferentes usos. Permite a criação e edição da informação necessária ao modelo BIM, contendo a definição de classes e relações paramétricas;
- Ambiente: gestão de dados de um ou mais fluxos de dados que integra aplicações (plataformas e ferramentas).

Como parte do esforço para normalização da interoperabilidade pela *US National BIM Standard* a partir com o uso do IFC existe uma definição de visualização do formato chamada *Model View Definition* (MVD) e a forma do processo da troca de informação entre os arquivo *Information Delivery Manual* (IDM) [76]–[78]. Depois de definir os primeiros passos do IDM o MVD é adicionado para satisfazer os requerimentos de troca de dados. Neste processo, a

exportação do modelo BIM e a importação na aplicação são feitos manualmente [77]. Entretanto, uma normalização para o uso da *cloud-based* ainda está em desenvolvimento [77], [79].

Outro meio de trocas de informações entre diferentes aplicações do BIM é a *Application Programming Interface* (API). Através da interface de uma aplicação, a troca de informações é direcionada para algum uso específico de processamento e retorno dos dados [80].

O recente desenvolvimento destes novos recursos mostra que, historicamente, a indústria AEC tem sido mal servida de tecnologias com alvo específico na sua cadeia produtiva [81]. O uso de metodologias isoladas, desenho manual e depois de ferramentas de CAD em 2D e 3D, representam muita informação duplicada e retrabalho [78]. Entretanto, com a evolução das técnicas de gestão e de projeto, a produtividade das equipas tem aumentado, onde novas metodologias têm surgido para aumentar a eficiência entre os processos [81].

Em 2010 o *The Business Value of BIM in Europe Smart Market Report*, mostrou que a digitalização da construção, através da metodologia BIM, tem aumentado o valor de negócio com uma melhoria na comunicação e compreensão multipartidária a partir da visualização 3D (citado em 75% dos casos analisados), nos resultados do processo de projeto (71%), na redução do tempo das atividades de projeto e entrega (69%), na produtividade de pessoal (68%) e no aumento da pré-fabricação (66%) [55]. No entanto, surgem novos desafios, tais como: a melhoria da interoperabilidade entre plataformas e ferramentas (70%), a maior parametrização 3D do produto de construção (70%) e a melhoria na funcionalidade das plataformas BIM (70%), tal como se ilustra na Figura 7 [55].

Relative Importance of BIM Benefits to Improving ROI

Source: McGraw-Hill Construction, 2010



Top Ways to Improve Value of BIM

Source: McGraw-Hill Construction, 2010

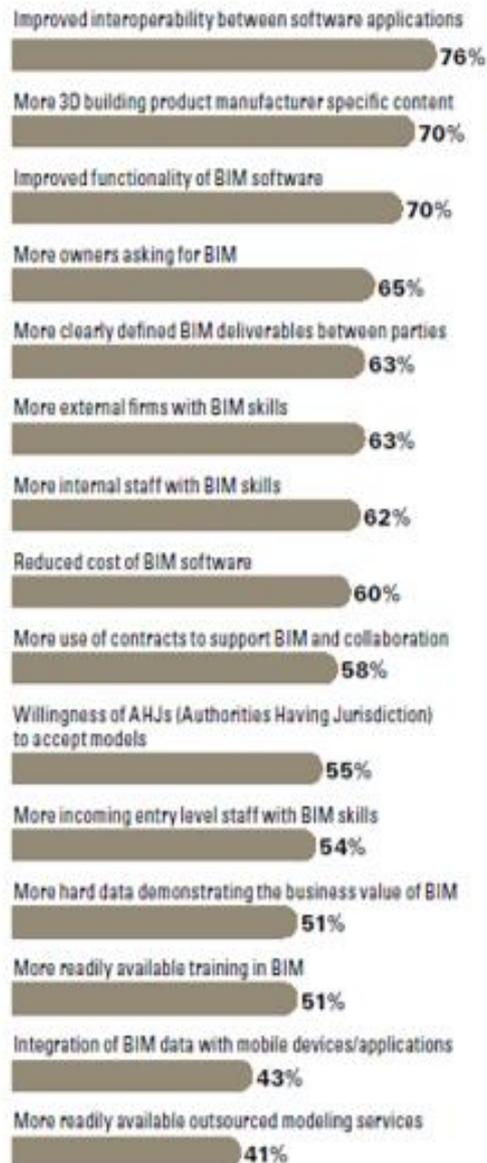


Figura 7 - Benefícios e melhorias para o BIM [82]

Com intuito de analisar os requisitos para a implementação do BIM, Elmualim e Gilder [83] levantaram os entraves nos Estados Unidos da América, Canadá, Reino Unido, China, Índia e Austrália, onde identificaram barreiras como a falta de investimento inicial, benefícios BIM não ultrapassando os custos de implementação, falta de vontade para iniciar novos fluxos de trabalho e o fato de o BIM ser muito arriscado da perspectiva de fiabilidade. Alto custos

iniciais, falta de conhecimento sobre os benefícios do BIM, inadequado treinamento para o uso do BIM, quebra de produtividade inicial na fase de adaptação, resistência a atual mudança cultural, falta de apoio governamental, questões contratuais legais, falta de interesse dos clientes, falta de suporte dos gestores, dúvidas sobre o retorno do investimento, ficheiros de partilha pouco desenvolvidos, processos longos, complexidade da modelação e a falta de padronização e protocolos foram alguns dos outros entraves citados [84]. Outro fator de destaque é a falta de automação entre ambientes, plataformas e ferramentas de projeto, gerando problemas de implementação [85].

Todavia, é possível observar novas tendências tecnológicas e metodológicas aliadas ao BIM em diversas fases da obra. Com a delimitação dos fluxos na indústria AEC, podemos verificar algumas lacunas, onde segundo Gbadamosi [86], para integrar um modelo BIM no processo de construção, o atributo mais importante é o aumento da velocidade e facilidade do processo de montagem no local. Assim, técnicas de construção como o *off-site construction* (em português, construção modular) (OSC) têm ganho adeptos por planejar, projetar, fabricar e montar num local diferente da obra, integrando conceitos de *Design for Manufacture and Assembly* (DfMA) e *Lean Construction*. Eastman [78] e outros autores [59], [60] relatam a sinergia existente entre *Lean Construction* e BIM como a visão da construção como um processo e não um produto, de forma a reduzir variações e a poupar tempo. A mudança de visão para um processo já ocorre entre as partes na elaboração do projeto, fabrico e construção, onde os elementos do processo construtivo podem atuar juntos, como uma equipa colaborativa e com um planeamento intensivo, onde a execução é mais eficaz, com princípios de organização, liderança, confiança e uma ampla comunicação [20]. O *Integrated Project Delivery* (IPD) é a forma colaborativa de relação e confiança entre projetistas e empreiteiros que permite que os projetistas se concentrem nos aspectos criativos de sua prática [89]. A forma de comunicação da prática tradicional é menos abrangente e revigorante do que o IPD, como ilustra a Figura 8, onde se compara a comunicação entre as visões de projeto-licitação-construção, gestor de risco e o projetista construtor.

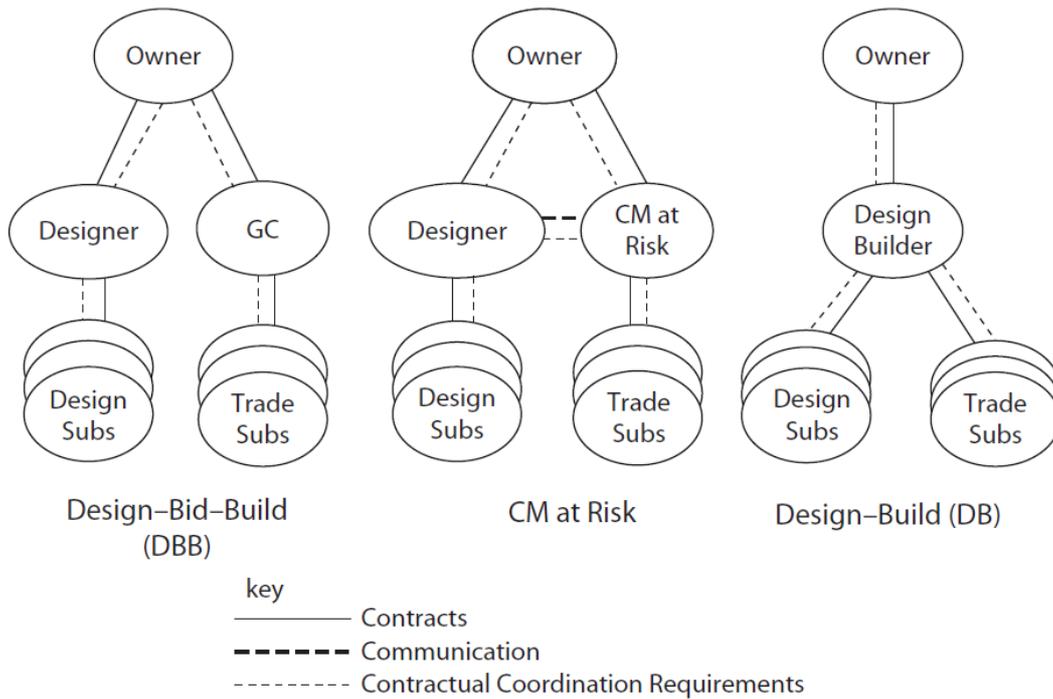


Figura 8 - Comunicação entre as visões de projeto-licitação-construção, gestor de risco e o projetista construtor[20]

A Figura 9, representa a curva de *MacLeamy*, que ilustra a adaptação ao BIM e a importância da tomada de decisões no início e fim do projeto. Segundo o IPD, na fase de projeto a oportunidade de introduzir alterações é maximizada, logo os custos das mudanças são minimizados, especialmente no que diz respeito aos papéis do projetista [20].

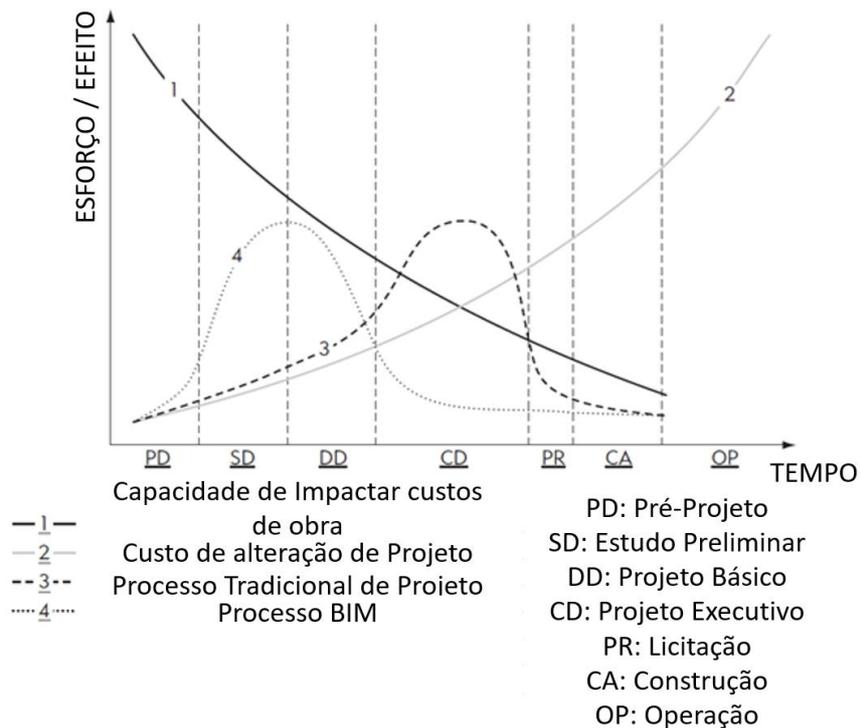


Figura 9 - Curva de MacLeamy [78]

De forma a padronizar a execução entre o trabalho colaborativo e a documentação do trabalho num comum ambiente colaborativo de trabalho (CDE), a norma *britânica Publicly Available Specification (PAS) 1992-2: Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling* (Especificação para gestão de informações para a fase entrega de projetos de construção com uso do BIM) foi desenvolvida em 2013, para assistir a adoção do BIM em projetos. Por sua vez, a a *PAS 1992-3: Specification for information management for the operational phase of construction projects using building information modelling* (Especificação para gestão de informações para a fase de operação de projetos de construção com uso do BIM), foca na implementação no local. Em 2016, deu-se a padronização internacional pela *ISO 19650 - 1 Organisation of information about construction works – Information management using building information modelling – Part 1: concepts and principles* (Organização de informações sobre obras - Gestão da informação com uso do BIM - Parte 1: conceitos e princípios) e – *Part 2: Delivery phase of assets* (Parte 2: Fase de entrega de ativos). Num projeto multidisciplinar, os estados do projeto são muito importantes para a comunicação e uso adequado das

ferramentas, a Figura 10 ilustra o estado de *Work in Progress (WIP)*, *Shared*, *Published* e *Archived*. O WIP é o trabalho desenvolvido por um ator específico e pela sua equipa, onde o termo *shared* é utilizado para partilhar informações entre os elementos e disponibilizar versões ao proprietário, enquanto o *published* é a informação autorizada para uso, onde vai ser alocado o modelo federativo e, por fim, o *archived* serve para manter um arquivo de informações passadas [90]. O uso do processo do CDE é o ambiente onde um modelo federado é criado e gerido, de forma a unificar as diversas disciplinas do projeto num único modelo [91].

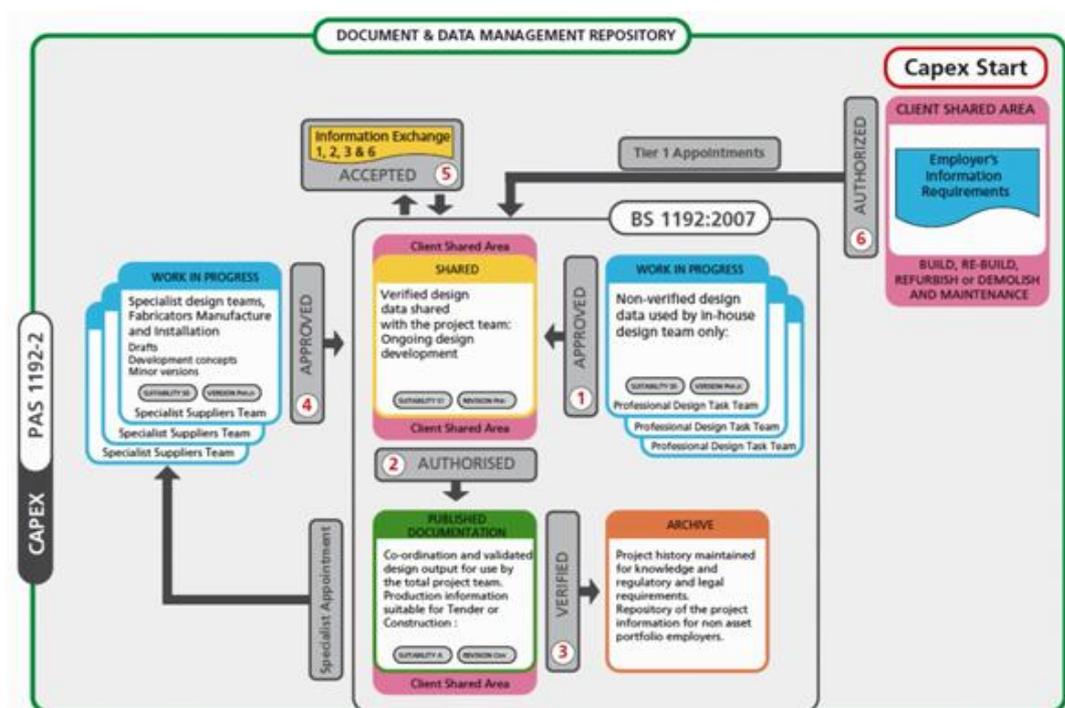


Figura 10 - Fases do Common Data Environment (CDE) [90]

A implementação padronizada do BIM, aliada a ferramentas auxiliares (ferramentas de análise, IPD, *Lean Construction*) ao longo do ciclo da vida do edifício, ajuda na gestão de pessoas e proporciona, como a Figura 11 ilustra, uma resposta do projeto de construção e dos processos construtivos aos mais complexos desafios, com desenvolvimento mais rápido, melhoria da sustentabilidade, identificação de oportunidades de mercado, redução do custo da edificação e da sua operação [78], [92].

Para isso, uma disruptiva fase de visualização ajuda os *stakeholders* a tornarem-se mais confiantes sobre acontecimentos reais no local da obra [93]. Pode ainda auxiliar a identificar

e resolver a quantificação de material no estaleiro e o seu controlo, de maneira a evitar problemas relacionados a escassez de materiais antes do início da construção [93]. A realidade virtual é outro recurso que resulta em ganho combinado com o BIM, na qual simula como se a pessoa tivesse imersa em um determinado ambiente [94]. Os diversos benefícios relatados por Ding [94] como: promover um melhor entendimento dos desenhos, treinamento de equipa de obra, simulação de acidentes, clarificação no fluxo de informação proprietário-obra-escritório, agilizar eficientemente as atividades de construção, evitar retrabalhos e avaliação do design e iluminação do projeto. A combinação do BIM com a realidade virtual e o *laser scanning* proporciona um melhor entendimento do construído em processos de reabilitação [94].

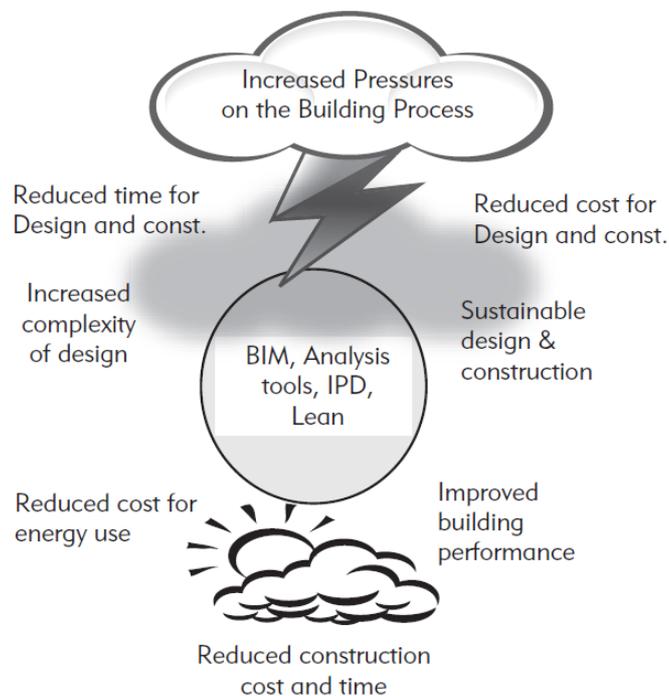


Figura 11 - Relação do BIM e ferramentas auxiliares no prédio ao longo do ciclo da vida [78]

2.5.2 Software BIM

Grandes corporações têm seu catálogo de ambientes, plataformas e ferramentas cada vez mais diversificado, tais como a Autodesk, Bentley, Cype e Tekla.

A *Autodesk* é um gigante da indústria AEC, onde diversas ferramentas colaborativas estão a ser lançadas cada vez mais no mercado. O software mais popular para aplicações em *Lyfe-cycle energy* é o *Autodesk Revit* com 73% [45]. Além disso, possui uma ampla potencialidade em campos como colaboração, documentação, objetos e famílias, modelação, simulação, visualização e exportação, para criação de modelos 3D paramétricos que geram geometria com informações incorporadas para a concepção e construção de edifícios e infraestruturas [95]. Adicionalmente, a força da comunidade de utilizadores e investigadores de novas ferramentas específicas externas, seja através da Linguagem Programacional Visual (VPL) ilustrada pelo uso do *Autodesk Dynamo*, ou linguagens de programação mais parametrizadas, como *Phyton* ou *C#* para o desenvolvimento de novas APIs e *plug-ins*. Adicionalmente, a *Autodesk* possui outras plataformas para obras de infraestrutura e de grande porte como o *Civil 3D* e o *InfraWorkers*. Não estando inerte a isto, a *Autodesk* tem adquirido outras organizações, tal como a americana *PlanGrid* que atua na área de planeamento e gestão de obras que em breve deverá ser uma nova plataforma [96].

Outro ambiente com o seu mercado específico, é a *Bentley Systems*, que atua muito na área de infraestruturas e, recentemente, adquiriu um dos software mais utilizados de geotecnia, o *Plaxis 3D*. Consórcios de grande porte tem adotado este ambiente, como a *Petrobras*, pois pode atuar na construção, estruturas, mapeamento topográfico e geoespacial, infraestrutura, saneamento, transportes e geotecnia. As aplicações BIM e de engenharia baseadas em *MicroStation* da *Bentley* e os seus serviços de nuvem dupla digital promovem a entrega do projeto (*ProjectWise*) e o desempenho de ativos (*AssetWise*) de transporte e outras obras públicas, utilidades, instalações industriais, de recursos e instalações comerciais e institucionais [97].

No mercado Ibérico e lusófono ganha destaque também o ambiente *Cype*. A plataforma de cálculo estrutural *CypeCad* é de maior destaque no mercado, além de atuarem ainda na gestão, documentação, MEP, infraestruturas e térmica [98].

A *Tekla* é uma empresa finlandesa de grande importância para implementação do BIM na obra, não somente por atuar no mercado de software e desenvolvimento, mas pela parceria com a *Trimble Navagation* no levantamento de obras e inspeção predial, de forma a aliar o seu ambiente diretamente à estação total e *lasers scanners*. A sua principal atuação é no

cálculo estrutural mas, possui também software de gestão, documentação, inspeção, detecção de interferência, geotecnia e infraestruturas [99].

Todos ambientes citados já estão adaptados a troca de informações por interoperabilidade através de várias versões IFC. Destaca-se também a existência de ferramentas que tem uma parcela de mercados específicos e que ainda não se modernizaram ao BIM, tais como: o de modelação geotécnica *Geo-Slope* e o de drenagem *Micro Drainage*.

A Tabela 2 faz um levantamento por disciplinas de algumas das plataformas e ambientes que, atualmente, se inserem no conceito BIM.

Tabela 2 - Listagem por disciplina de modelagem BIM, adaptado de [76]

Disciplina	Plataforma
Arquitetura	Autodesk Revit Graphisoft ArchiCad Bentley Architecture
Planeamento Urbano	Autodesk Civil 3D Tekla Civil Bentley Power Civil
Estrutura de Betão	Autodesk Robot Bentley Structural Modeler Tekla Structure CypeCAD
Estruturas Mistas	Autodesk Robot Cype Connect Tekla Structural Designer Bentley ProStructures
Gestão de Projetos	Autodesk Navisworks Autodesk Revit Solibri Model Checker Bentley ConstrucSim Tekla BIMSight Vico Viewpoint for Projects
Orçamentação de Projetos	Autodesk Navisworks Cype Arquimedes MS Project Autodesk Navisworks Bentley ConstrucSim
Facility Manager	Autodesk FMDesktop Bentley Facilities EcoDomus

Disciplina	Plataforma
Sustentabilidade	Autodesk Green Building Studio Bentley Tas Simulator DesignBuilder IES-VE Cypetherm REH Cypesound RRAE
Geotecnia	Autodesk Civil 3D Tekla Civil STAAD Plaxis 3D
Transportes	Autodesk Civil 3D Tekla Civil Bentley Power Civil Bentley Rail Track
Hidrologia e Saneamento	Autodesk Civil 3D Autodesk Storm and Sanitary Analysis Autodesk InfraWorkers Tekla Civil Bentley Power Civil Bentley SewerCAD
Hidráulica	Autodesk Revit CypeCAD MEP Bentley Mechanical Systems
Elétrico	Autodesk Revit CypeCAD MEP Bentley Mechanical Systems
Mecânico e HVAC	Autodesk Revit CypeCAD MEP Bentley Electrical Systems
Visualizadores IFC (open BIM)	Cype IFC Builder Bentley Navigator Tekla BIMSight Solibri Model Viewer Autodesk Design Review

A variação do uso destes software é destacado por Alreshidi [79] em 2018 com entrevistas a BIM experts sobre as práticas nos seus lugares de trabalho, no software de gestão de projetos e planeamento, onde os mais utilizados foram: *Autodesk Navisworks* (71,3%), plataforma *Microsoft* (55%), *Primavera* (25%) e *Solibri* (23,8%). Para solução de colaboração de ficheiros: *Autodesk Revit Server* (33,3%), *Autodesk Buzzsaw* (31,9%) *Bentley Project Wise* (27,8%), *BIMServer* (2,8%) e outros (34,7%). Para arquivar informações o mais utilizado é drive externo

da companhia. Partilha de informação por email, computador central da companhia e nuvem são os tipos de colaboração mais utilizados [79]. O ponto de inflexão pode estar próximo, no Reino Unido para melhorar a digitalização dos seus negócios em 2020, 81% das empresas planejam colocar em prática uma iniciativa, com, 88% focam no aumento da produtividade dos funcionários [100].

2.5.3 BIM em Portugal

Diversos exemplos de países que tem começado na frente quanto as normalizações do BIM podem ser citadas para o auxílio na implementação em Portugal. O modelo para implementação pode ter uma iniciativa governamental, em que o Estado exige medidas desde da cadeia produtiva até ao fornecer da informação para ajudar na execução dos serviços, enquanto a iniciativa privada responde com novos métodos e treinamentos, como o Reino Unido fez em 2013 [101]. Entretanto, outra abordagem passa pela iniciativa privada, tomando partido da ação no país e através da concorrência e de uma mínima intervenção normativa governamental, tal como se sucede na Holanda, que possui Open BIM Standards sem regras específicas para a estrutura do contrato e formatos de trocas de informações [102]. A chegada da ISO 19650 traz normatização à nível global.

Em Portugal, a atuação do Instituto Português de Qualidade (IPQ), através da comissão técnica CT197-BIM e juntamente com outros países da UE, desenvolveu-se um Guia de Contratação BIM e encontram-se a desenvolver um Plano de Execução BIM. Neste sentido, a Câmara Municipal de Cascais, lançou em 2019, um concurso público para a construção de uma escola, onde utilizou o guia de contratação BIM [103]. A CT197 apresenta ainda quatro subcomissões de: Plano de Ação e Maturidade, Trocas e Requerimento de Informação, Metodologias BIM, modelação e Objetos BIM [104]. Outras ações, como se verifica na academia e Ordens profissionais, têm ganho destaque, como o congresso PTBIM, o mestrado BIM A+, parcialmente leccionado na Universidade do Minho e o desenvolvimento de um curso de capacitação na Ordem dos Engenheiros. Portugal também participa, em conjunto com a Irlanda, Reino Unido e Croácia, num projeto Europeu – *BIMcert* – que para difundir os conhecimentos do BIM desenvolve um conjunto de módulos de formação BIM, ferramentas

de apoio a aprendizagem e uma abordagem sustentável de projeto de elementos passivos em edifícios para contribuir com horizontes de eficiência energética da UE [105]. Outra iniciativa da UE foi o projeto *Building As Material Banks* – BAMB que finalizou em 2019, com benefícios para a economia circular, onde a atuação do BIM aconteceu para apoiar a integração das informações de materiais, componentes, produtos e sistemas prediais em todo seu ciclo de vida [106]. Na prática, em Portugal, já foram realizadas obras de grande porte com o uso da metodologia BIM, tais como o Terminal de passageiros do Porto de Leixões e o Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia (MAAT) de Lisboa.

2.6 Avaliação de Sustentabilidade, Análise de Ciclo da Vida e BIM

2.6.1 Avaliação de Sustentabilidade e BIM

Os benefícios que o BIM oferece à sustentabilidade do edificado já são conhecidos e comprovados, mas ainda não está claramente estabelecido um método que possibilite os fluxos de informação entre o BIM e o BSA, no sentido de tornar os processos de avaliação e otimização do nível de sustentabilidade dos edifícios mais expeditos [107]. McCormack [108] relaciona quatro contribuições do BIM para a diminuição das necessidades energéticas de um edifício, através de uma visão de todo o ciclo de vida, planeando a economia de energia, desde a fase de projeto até à sua operação. As vantagens específicas do BIM para a sustentabilidade ao longo do ciclo da vida foram relatadas por Lu [109] onde reforça o nexo entre os conceitos sustentáveis e BIM como:

- Na fase de projeto: Facilitação de troca de informações e interoperabilidade providenciando melhor visualização do comportamento do edifício através de simulações e alternativas de projeto;
- Na fase de construção: Análise de vários impactes ambientais do processo de construção, contribuição para a redução de resíduos da construção, melhoria da produtividade e do desempenho da construção;

- Na fase de operação: Ajuda para monitorizar o desempenho de sustentabilidade dos edifícios;
- Na fase de reabilitação e renovação: Apoio à recuperação de investimentos em energia e capital, benefício de gestão de energia e resíduos.

De entre as possíveis análises sustentáveis possíveis de executar com o BIM, destacam-se: energéticas, de emissão de carbono, de sistemas de ventilação, de iluminação, do uso de água, de acústica e de térmica [109]. Desta forma, para uma sequência mais eficaz no projeto e operação dos edifícios, Lack [75] relata que para maiores níveis de precisão na simulação do desempenho energético, exige-se mais parametrização dos objetos BIM dos fabricantes de equipamentos. Para edifícios em utilização, requer-se uma ponte entre o BIM e o desempenho energético em operação, auxiliando na tomada de decisão dos projetistas para reabilitações ou novas construções, além de fornecer às equipas de instalação e manutenção um *digital twin* para gerir de forma mais eficaz a sustentabilidade operacional [75].

Ao introduzir a documentação dos certificados BSA, o BIM pode estimar créditos e assegurar que os atores do projeto têm melhores conhecimentos dos requerimentos para as pontuações, de forma a facilitar a obtenção de determinados objetivos [85], [109], [110]. Numa revisão literária, Jin [111] afirma que a maioria dos estudos de interoperabilidade relacionam a aplicação do BIM na análise do desempenho energético da construção, sendo crítica a consideração de aspectos técnicos e de gestão na integração do BIM no BSA. O uso do padrão IFC para trocar dados de um modelo BIM garante que as informações são transferidas corretamente de um software para outro e, portanto, entre profissionais. Entretanto, Maltese [24] verificou que mesmo os conjuntos de propriedade IFC ainda apresentam inadequações para a classificação de sustentabilidade de computação e para armazenar os resultados. Ansah [112] identificou uma maior necessidade em pesquisas nas seguintes áreas: desenvolvimento de um inventário *data-base* certificado pelo fabricante; maior abrangência no protocolo de troca de informações; demonstração prática e relatórios detalhados de critérios de avaliação não resolvidos no BSA; maior exploração da interface BIM e BSA utilizando nuvens.

Numa visão geral do LCA do edifício para o BSA, Hyrkas [57], através de inquéritos e entrevistas com profissionais da área, teve uma base de 41 respostas e 110 entrevistas entre 2016 e 2017. Nelas, 86,5% dos entrevistados acreditam que a integração da modelação de

informações da construção (através do BIM) na automação de cálculos de avaliação do ciclo de vida, permitirá que o LCA seja efetivamente utilizado durante o processo de projeto, além de considerar a sua integração uma abordagem valiosa para a construção sustentável. Azhar [110] relata na relação BIM e LEED que dezessete créditos e dois pré-requisitos podem ser documentados automaticamente utilizando resultados gerados pelo software Virtual Environmental. Akcay [113] apresenta um método para otimizar o projeto do LEED v4 na qual desenvolveu uma ferramenta que permite que os projetistas estabeleçam valores de Coeficiente de Transmissão Térmica (U) e Resistência Térmica (R) com o uso integrado da simulação energética (*Sefaira*), custos (*RSMMeans*) e BIM (*Autodesk Revit*). Edward [114] relata que a modelação em BIM pode ser documentada automaticamente para oito categorias da metodologia BREEAM. O impacto do uso do BIM nas BSA foi quantificado por Romano [115] na certificação BREEAM, onde alcançou 60%, enquanto que a LEED atingiu os 55%. Para uma versão residencial portuguesa do SBTool (SBTool^{PT}-H) foi proposta uma estrutura de integração dos dados [85]. A importância da automação é destacada por poder ajudar no processo de otimização na fase de projeto e facilitar o uso de BSA [85].

2.6.2 Levantamento de ferramentas de Análise de Ciclo da Vida

Conforme referido na Figura 4, para realizar uma LCA é necessário a combinação de um *Life-cycle inventory* e de um *Impact assessment methodology*. Algumas combinações de *software* podem representar esta combinação como uma plataforma e/ou um inventário *data-base* que nem sempre estão juntos, ou seguir um modelo BIM através de uma ferramenta API e combinar com o inventário *data-base*. Além disso, a ISO 14040 e a ISSO 14044 definem o processo a ser seguido, apesar de não definirem o método de pesos a ser adotado. Desta forma, diversas ferramentas para o cálculo do LCA foram desenvolvidas a partir destes pressupostos.

O *OpenLCA*, propriedade da alemã *GreenDelta*, é uma plataforma livre que contém inventários gratuitos e pagos, que tem o intuito de ser um ambiente comum e autoexplicativo. No seu catálogo possui inventários de diferentes finalidades, nos quais se destaca o *ecoinvent*, *GaBi* e outras [116].

O *ecoinvent* é um inventário *data-base* suíço que apresenta mais de 4.500 utilizadores em mais de 40 países. Está presente em diversos setores da produção e a sua primeira edição foi lançada em 2003 [117].

O *GaBi*, propriedade da alemã *thinkstep*, possui uma plataforma e seu próprio inventário *data-base*, utilizados por mais de 10.000 pessoas. Atualmente, o seu inventário *data-base GaBi ts* está na versão 9.2 de julho de 2019. Na sua plataforma também é possível utilizar o inventário *data-base ecoivent*. Contém mais de 20 métodos de cálculo, todos de acordo com a ISO 14040 e 14044 [118].

O *SimaPro*, propriedade da holandesa *Pré-Sustainability*, está em mais de 80 países, é uma plataforma com boa interoperabilidade com o *Microsoft Excel* dada a produção de resultados em gráficos. Contém mais de 15 inventários *data-base* para escolha e mais de 30 métodos de cálculo, todos segundo as ISO 14040 e ISO 14044 [119].

O *Tally*, é ação conjunta da Autodesk e da *Thinkstep*, através da americana *KieranTimberlake Innovations* e, por isso, usa o inventário *data-base* do *GaBi ts*. A sua primeira versão foi lançada em 2008. Permite que o trabalho no *Autodesk Revit* seja utilizado para quantificar o impacto ambiental dos materiais, correlacionando com sua base de dados para determinação dos resultados, que auxiliam o cálculo de redução de impacto da metodologia LEED v4 [120].

O *OneClick LCA*, propriedade da finlandesa *Bionova*, é uma ferramenta que faz uma abordagem diferente por ser baseada na nuvem e possuir interface online com boa interoperabilidade através de formatos como o gbXML, IFC, entre outros. Os seus resultados podem ser exportados diretamente para metodologias BSA como o LEED e o BREEAM, utilizando como base de dados as informações do *Environmental Product Declaration (EPD)* de cada país [121].

O *Athena Impact Estimator for Buildings*, propriedade da canadiana *Athena Sustainable Materials Institute*, é uma plataforma gratuita que apresenta o seu próprio inventário *data-base*. O seu método de cálculo do LCA segue a ISO 14040, ISO 14044 e o US EPA TRACI [122]. A Tabela 3 lista as diferentes soluções LCA apresentadas anteriormente.

O ELCD *European reference Life-Cycle Database (ELDC)* comprimia dados de associações empresariais a nível da UE e outras fontes de materiais essenciais, transportadores de energia, transportes e gestão de resíduos [123]. O ELCD foi descontinuado em junho de 2018 e, em

compensação, vários provedores de dados puderam criar e manter os seus próprios nós e compartilhar os dados através do *Life-Cycle Data Network* [123].

Tabela 3 - Listagem soluções LCA

Soluções	País	Organização	Custo
Athena Impact Estimator for Buildings	Canada	Athena Sustainable Materials Institute	Gratuito
OneClick LCA	Finlândia	Bionova	Pago
Tally	Estados Unidos da América	KieranTimberlake Innovations	Pago
SimaPro	Holanda	Pré-Sustainability	Pago
GaBi	Alemanha	thinkstep	Pago
ecoinvent	Suiça	ecoinvent	Pago
OpenLCA	Alemanha	GreenDelta	Gratuito

Quanto aos métodos adotados por estes software para o cálculo do impacte ambiental *Impact assessment methodology* foram ilustrados o Impact 2002+ e o *ReCiPe* nas Figuras 12 e 13. O IMPACT 2002+ apresentam dezessete *midpoint indicators* – problemas ambientais específicos – e quatro *endpoint indicators*– agregado de indicadores num nível maior de impacte [124]. Enquanto, o *ReCiPe* apresenta dezoito *midpoint indicators* e três *endpoint indicators* [125].

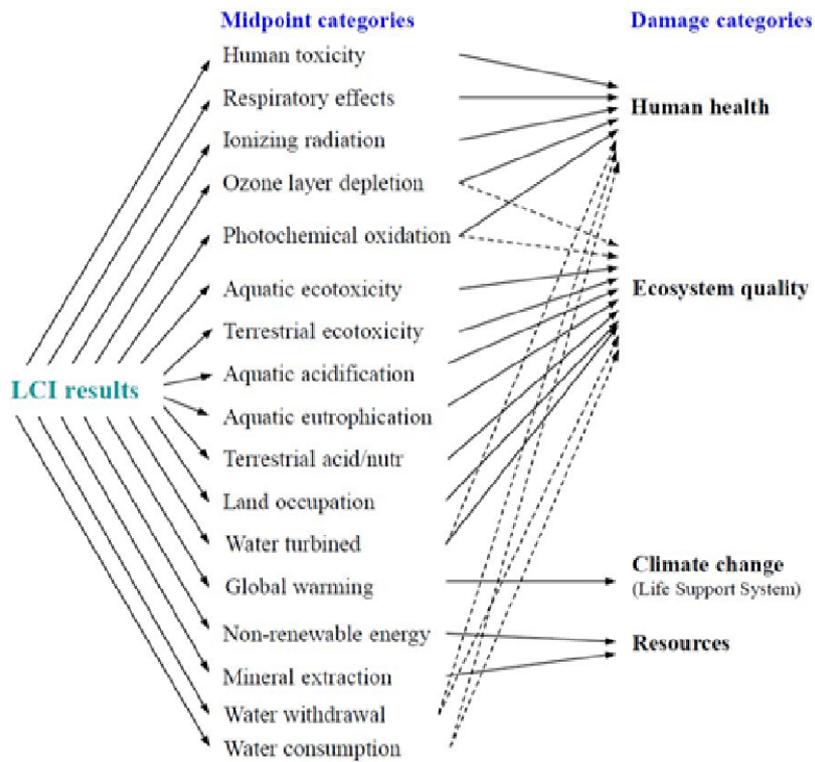


Figura 12 - Esquema do IMPACT 2002+ [124]

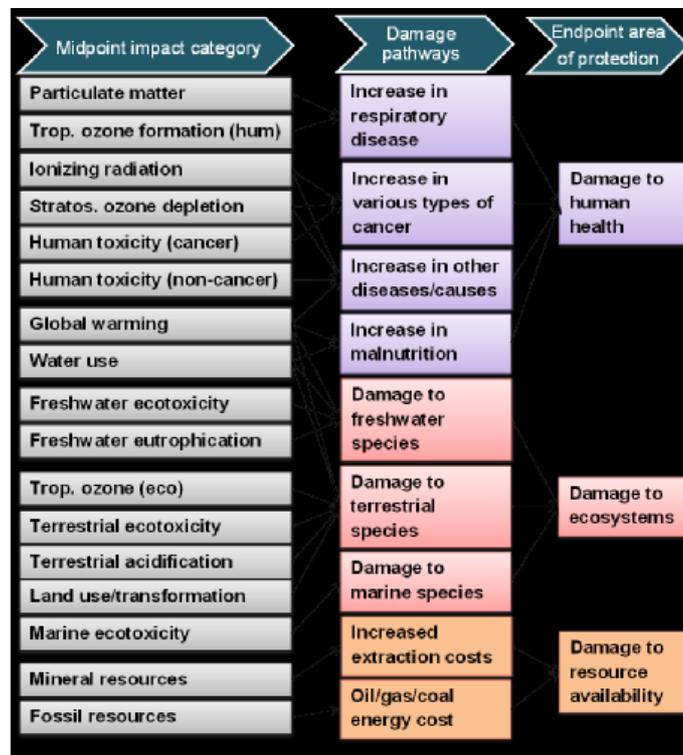


Figura 13 - Esquema do ReCiPe [125]

2.6.3 A relação BIM - Análise de Ciclo da Vida

O uso do LCA durante a fase de projeto da edificação pode ajudar a melhorar o seu desempenho ambiental[66][126]. A utilização de um modelo paramétrico para a abordagem BIM-LCA é bastante valiosa para a comparação rápida de variantes iniciais de projeto, permitindo uma visualização simplificada e o que uso de um único indicador possam ajudar os projetistas a tomar decisões informadas com base nos resultados do LCA [127]. A partir disso, com intuito de quantificar o impacte ambiental mais facilmente, Rock [128] relaciona o LCA e BIM numa análise integrada do impacte dos elementos da construção nos primeiros anos. Como resultado, propõe um *work-flow* de modelos conceptuais BIM e de Linguagem de Programação Visual (VPL) para testar uma grande variedade de opções de construção [128]. Usando a ferramenta de VPL pelo *Dynamo* é possível trocar objetos entre projetos, desde que os parâmetros compartilhados sejam os mesmos em todos os projetos, de forma a que apenas seja necessário incluir as informações uma vez [129]. Além disso, os projetistas são capazes de visualizar os impactes das suas soluções e, com base nesses impactes, selecionar a solução mais sustentável [129]. Najjar [130] com uma proposta de análise multicritério dos materiais através de um modelo matemático, com o GBS para análise energética e uma abordagem LCA com o *Tally*, constatou que com o uso do LCA relacionado com o BIM pode reduzir: a utilização anual de energia em cerca de 45% e os impactos ambientais (como a acidificação e as mudanças climáticas) em mais de 30% [130]. Com uma comparação entre os métodos de cálculo do LCA IMPACT 2002+ e ILCD 2011, Najjar [131] aplicou o LCA com o programa *OpenLCA*, com auxílio do *Autodesk Revit* e do GBS, concluindo que as estruturas de aço são mais *eco-friendly* que o betão num caso de estudo do Rio de Janeiro [131].

Para verificar a fiabilidade dos resultados, Bueno [132] fez uma comparação entre uma LCA completa na ferramenta *GaBi ts* e um plug-in BIM-LCA no programa *Tally*. Os resultados mostram que existem discrepâncias entre processos de *inputs*, fronteiras do sistema, produção tecnológica e uma maior gama de produtos catalogados no inventário. Nesta linha de raciocínio, Speck [133] resume os principais programas informáticos para a realização de LCA e conclui que a seleção do mesmo pode influenciar os resultados com diferenças significativas – na comparação foram utilizados os métodos de cálculo *IMPACT 2002 +*, *ReCiPe* e o *TRACI*. Em todos os estudos comparativos examinados, uma diferença nos fatores de caracterização utilizados pelos programas, foi a principal causa para as discrepâncias

verificadas. Emami [134] realizou um estudo comparativo entre a análise LCA de duas habitações, recorrendo a duas bases de dados LCA diferentes – *SimaPro* e *GaBi*. Ele concluiu que os resultados confirmam que a escolha da ferramenta afeta o resultado final, onde a diferença na categoria de maior impacto – aquecimento global (GWP) – foi aproximadamente de 15% entre as duas ferramentas. Com esta visão pragmática, faz surgir a crítica e a pergunta de Timothy [135], ao questionar onde estão as pessoas nas LCA, pois estas não são produtos e precisam de ser o centro do discurso, exemplificando a argumentação com cenários de comportamento humano [135].

Diversos autores [112], [129], [136], [137] concluem que é necessário ter ferramentas mais precisas na interface BIM-LCA. A falta de interoperabilidade entre ferramentas e ambientes é evidenciada por Zhou H [138], ao afirmar que existem limitações com o levantamento de quantidades em projetos convencionais. A análise de diferentes tipos de edifícios exige a existência dos correspondentes dados do modelo na folha de cálculo, além das bases de dados utilizadas para as fases de produção e de construção serem de diferentes fontes. Forth [136] fez a recomendação de que para uma integração mais eficaz do LCA no BIM devem ser nomeados os componentes de acordo com o catálogo existente e uma nomenclatura precisa dos materiais de construção, que também inclui propriedades qualitativas dos materiais. Santos [129] identifica como pontos negativos do *Tally* a falta de diferentes materiais, visto que a maioria dos materiais são genéricos e não é possível editar as informações dos materiais, principalmente porque o mesmo tipo de produto pode ter impactos muito diferentes, dependendo de como e onde foram fabricados. Além disso, o plugin *Tally* só permite que os utilizadores avaliem através do método de cálculo com base no Tracy 2.1, um método desenvolvido especificamente para o mercado dos EUA [129].

Andriamamonyi [137] relata como fator crítico a troca de informações entre BIM e outras ferramentas, apostando que a utilização do open-BIM (IDM-MVD) é a solução a longo prazo mais promissora, uma vez que se baseia em normas abertas e permite realizar adaptações para satisfazer um requisito de troca específico [137]. Para combater a minimização de perdas de informação na interoperabilidade e alcançar melhores processos de análise, Zhong [139] sugere vincular a interoperabilidade com conceitos e a utilização de estruturas ontológicas para melhorar o fluxo de informação. Shadram [140] e Antón [142] sugerem que conceitos

ambientais como o EPD devem ser incluídos nos objetos BIM, num formato devidamente padronizado estruturado no LOD para facilitar o LCA.

A criação de uma base de dados que representa as informações ambientais em objetos BIM, com uma forte parceria entre as empresas produtoras foi a solução encontrada na Espanha, na região da Catalunha pelo Instituto Técnico da Catalunha, para proporcionar uma maior parametrização da produção da região [142]. Em Washigton, EUA, está em fase final de criação um quantificador de carbono incorporado no edifício baseado na nuvem (chamado EC3), que quantifica impactes ambientais baseados no EPD na qual participaram diversas multinacionais do setor da construção civil [143].

Uma abordagem que relaciona o LCA com um modelo paramétrico seguindo os passos de adicionar as informações do input, cálculo, output e otimização é denominada por Hollberg [49] com *Parametric Life-Cycle Assessment (PLCA)* [49]. A combinação do inventário *data-base* contendo todas as informações necessárias para a parametrização do modelo, com base nos algoritmos desenvolvidos, calculam todo o impacte do ciclo da vida [49]. Diversas formas de ilustrar o output são possíveis [49]. O cálculo da demanda de energia é implementado dentro da etapa de cálculo, para evitar a exportação e importação necessárias nas abordagens convencionais [49]. A grande vantagem desta abordagem é a interligação de todas as quatro etapas do modelo, que formam um loop fechado de cálculo [49]. Com um workflow próprio, o utilizador pode escolher as ferramentas mais adequadas e resolver problemas rapidamente [49]. Cavalliere [144] fez uma abordagem consistente, misturando o inventário *data-base* do LCA (*ecoinvent*) no LOD dos elementos do edifício em diferentes fases do projeto de uma edificação. Na mesma linha de raciocínio, Rezaei [145] modelou um edifício no Canadá com o uso de objetos com LOD 100 e 300, inventário *data-base ecoinvent*, plataforma *OpenLCA* e modelação BIM no *Autodesk Revit*, para quantificar os impactes ambientais [145]. Os resultados mostram que a fase de operação é a mais crítica do LCA por causa dos elevados requisitos energéticos, tais como para iluminação e aquecimento, enquanto na fase de incorporação os maiores impactes foram nas fundações e na envolvente externa [145]. Tirando proveito das vantagens dinâmicas oferecidas pelos recursos BIM, Kiss [146] desenvolveu um *framework* com plataformas de diversas funcionalidades como: o inventário *data-base* do *ecoinvent*, modelação paramétrica no *Ladybug*, levantamento de quantitativos por linguagem de programação *Python*, simulação energética no *EnergyPlus*, pós-

processamento no *Rhino 3D* e para a otimização *Octopus* e linguagem de programação *Python* para ser desenvolvido o LCA [146]. Na Tabela 4 apresentam-se os principais problemas e dificuldades encontrados.

Tabela 4 – Sistematização dos problemas e dificuldades encontrados

Problemas e dificuldades
Interoperabilidade entre ferramentas e plataformas BIM
Falta de documentação e perda de dados do modelo na folha de cálculo
Diferentes fontes de bases de dados utilizadas para as fases de produção e de construção
Nomenclatura imprecisa e não atualizada dos materiais de construção
Falta de propriedades qualitativas dos materiais de construção
Inexistência de bases de dados locais
Falta de padronização de informação estruturada
Falta de parametrização e LOD do modelo

2.7 Parque Edificado Português

O Parque Edificado Português, em levantamento de 2010, contém mais de 3 544 389 edificações, que apresentam características totalmente diferentes entre o Norte e o Sul de Portugal. Os edifícios construídos a partir de 1971 constituem 63,1%, enquanto entre 1946 e 1970 representavam 22,5% do parque habitacional, e, edifícios anteriores a 1946 representavam 14,4% [147]. A maioria do edificado português é constituída por dois pisos, tal como apresentado na Figura 14, com uma tendência para aparecerem edifícios mais altos atualmente, comparativamente aos anos anteriores, também mostra a tendência de

construção de edificações com 4 ou mais pisos Lisboa e Porto contribuem com 47,7% desta tendência [147].

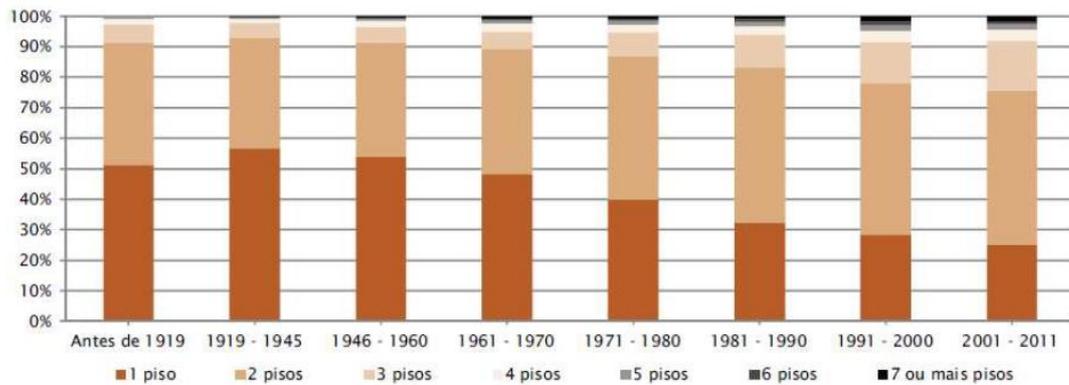


Figura 14 - Número de pisos por época do edificado português [147]

A necessidade de melhoria significativa da qualidade de parte relevante do parque construtivo é notória, visto que a perceção de qualidade mudou com o passar dos anos, dado o maior conforto ocasionado por novas soluções construtivas, pode variar coeficiente de transmissão térmica (U) dependendo da zona térmica do país, tal como relatado na Tabela 4 [96]. As paredes da envolvente externa, são maioritariamente em betão armado, representando 48,6% do edificado, paredes de alvenaria com placa representam 31,7%, paredes de alvenaria sem placa representam 13,6%, paredes de alvenaria de pedra solta ou de adobe representam 5,3% e outros tipos de estrutura representam 0,8% [147].

Tabela 5 - Histórico dos sistemas construtivos portugueses [148]

Período de Construção	Anterior a 1960	1961 - 1990	1991 - 2012	2013 – Atualidade
Paredes	Parede de pedra com 50 cm	Parede de alvenaria simples com 20 cm	Parede de alvenaria dupla (11 cm + 11 cm) com 3 cm de poliuretano extrudido	Parede de alvenaria dupla (15 cm + 11 cm) ou Parede de alvenaria simples com 20 cm. Nível de Isolamento dependendo do Regulamento Térmico
U (W/m ² °C)	2.00	1.76	0.92	I1-0.40; I2-0.35; I3-0.30
Janelas	Caixilharia de madeira, vidro simples	Caixilharia de alumínio sem corte térmico, vidro simples	Caixilharia de alumínio com corte térmico, vidro duplo	Caixilharia de alumínio com corte térmico, vidro duplo
U (W/m ² °C)	4.40	4.30	3.30	I1-2.80; I2-2.40; I3-2.20
Coberturas	Cobertura inclinada com telhas cerâmicas, laje aligeirada com 15 cm	Cobertura inclinada com telhas cerâmicas, laje aligeirada com 15 cm	Cobertura inclinada com telhas cerâmicas, laje aligeirada com 15 cm com 3 cm de poliuretano extrudido abaixo da laje	Cobertura inclinada com telhas cerâmicas, laje aligeirada com 15 cm, com isolamento colocado acima da cobertura plana e abaixo da laje quando inclinada. Nível de Isolamento dependendo do Regulamento Térmico
U (W/m ² °C)	2.80	2.80	0.94	I1-0.35; I2-0.30; I3-0.25
Pavimentos	Ladrilho, camada de regularização (4cm), laje aligeirada (15 cm) e teto com 2 cm de reboco.	Ladrilho, camada de regularização (4cm), laje aligeirada (15 cm) e teto com 2 cm de reboco.	Ladrilho, camada de regularização (4cm), poliuretano extrudido (3 cm), laje aligeirada (15 cm) e teto com 2 cm de reboco.	Ladrilho, camada de regularização (4cm), poliuretano extrudido (3 cm), laje aligeirada (15 cm) e teto com 2 cm de reboco.
U (W/m ² °C)	2.10	2.10	0.71	I1-0.35; I2-0.30; I3-0.25

Quanto às soluções de aquecimento, variam na maioria com aparelhos móveis (41%), lareira aberta (18%) ou mesmo sem aquecimento disponível (14%) [147]. As fontes de energia para aquecimento variam entre eletricidade (53,4%), madeira e carvão (34,1%) e petróleo e derivados (3,7%) [147]. A principal fonte de aquecimento para estas soluções é a eletricidade com 53,4%, seguida por madeira, carvão ou outros combustíveis sólidos com 34,1%, gás natural e outros gases com 8,5% e petróleo e derivados com 3,4% [147]. Em 2012 foram liberados 53.589,5 kt CO₂ em Portugal [147]. A Direção Geral de Energia e Geologia revelou que, em 2018, o consumo de energia final foi de 15.755.281 tep aumentou cerca de 1% relativamente a 2017 a Figura 15 representa as fontes de consumo de energia primária e final [149].

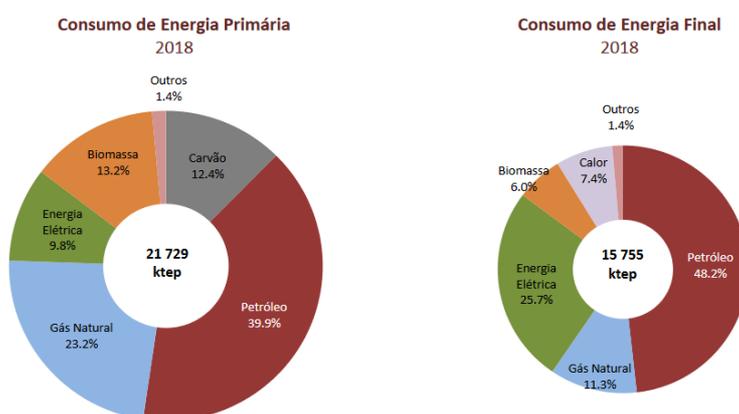


Figura 15 - Fontes de consumo de energia primária e final [149]

Apesar da maioria do edificado estar em boas condições, as necessidades de algum tipo de reparo são ainda de 28,9%, com cerca de 32,7% destes edifícios concentrados no Grande Porto e Lisboa, Tâmega, Douro e Algarve [147]. As anomalias verificam-se, principalmente, na envolvente externa, aumentando assim o número de ocorrências de baixo desempenho térmico, através de pontes térmica, infiltrações, problemas de humidade e outros ocasionados pelas intempéries [148]. Tal facto já era expectável, visto que a maioria do edificado existente foi construído antes da implementação das primeiras regulamentações térmicas nacionais.

No saneamento básico, em 2017, a proporção de alojamentos servidos por abastecimento de água era 96%, enquanto que o índice de qualidade dos serviços de abastecimento de água era de 78%, a proporção de alojamentos servidos por drenagem de águas residuais de 85% e o índice de qualidade dos serviços de saneamento de águas residuais de 67%. São ainda recolhidos seletivamente 56 kg/hab, onde 50 % dos resíduos urbanos são depositados em aterro e 38% dos resíduos urbanos são preparados para reutilização e reciclagem [150].

3. METODOLOGIA

3.1 Objetivos e Processo do Trabalho

Com intuito de atingir os objetivos propostos para este trabalho, inicialmente, através da análise de publicações científicas foi analisado o atual estado da arte, nomeadamente os tópicos relativos aos conceitos de: sustentabilidade, metodologias de avaliação da sustentabilidade de edifícios (BSA), Análise de Ciclo da Vida (LCA), *Building Information Modelling* (BIM) e respetiva ligação às metodologias de avaliação da sustentabilidade e LCA e, por fim, foi caracterizado o edificado construído em Portugal, com vista à definição de um caso de estudo, representativo desse edificado.

O caso de estudo servirá para a estruturação de simulações LCA e integração dos processos da construção de uma forma holística. Assim, proceder-se-á à modelação paramétrica e caracterização do caso de estudo, com recurso à plataforma BIM *Autodesk Revit* que, posteriormente, será exportado via plug-in/API para uma ferramenta BIM de LCA – *Tally*. A escolha de ambos software é justificada pelo fácil acesso ao *Autodesk Revit*, tanto à academia quanto ao mercado de trabalho, enquanto que o *Tally* apresenta uma base de dados diversificada e foi fornecida uma versão académica para este trabalho. Justificável também, por estudo de Eleftheriadis [45] revelar que 73% dos estudos relacionados em meios académico é utilizado o *Autodesk Revit*, e, em função da escolha do ambiente, a ferramenta *Tally* também é beneficiada comparativamente a outras opções dada a boa interoperabilidade que apresenta com o *Autodesk Revit*. Nesta fase, será necessário ajustar as características de alguns materiais e componentes do modelo paramétrico, além de ser necessário introduzir os custos de energia, água e gás do local onde o caso de estudo será introduzido – Porto, Portugal, devido ser a cidade de maior expressão no Norte do País. As disciplinas de projeto serão: Arquitetura, Estrutura, Hidráulica e Sustentabilidade, posteriormente agregadas para serem verificadas colisões, incompatibilidades e omissões no *Autodesk Navisworks*. Para a análise no *Tally*, é necessário considerar o consumo energético anual do edifício, que será obtido através do *Autodesk Green Building Studio*. A escolha pelo *Autodesk Navisworks* e *Green Building Studio* é justificável pela preferência do usuário no ponto da facilidade de interoperabilidade no ambiente entre ferramentas *Autodesk*. Para a estimativa de custo do

edifício foi feita uma exportação para o software *Cype*. A escolha pelo software da *Cype* é em virtude de este ter uma base de dados com preços da realidade portuguesa, e, a existência deste *plug-in*. Assim, é evidenciada e ilustrada a utilização do BIM em diversas dimensões. No *Tally*, será então realizada a LCA propriamente dita, onde os resultados serão obtidos através de dois ficheiros – Inventário de materiais e resultado dos impactos. Estes serão interpretados, analisados, discutidos e verificados de acordo com a realidade portuguesa e, posteriormente, servirão de suporte à avaliação do indicador respeitante ao valor agregado das categorias de impacto ambiental de ciclo de vida do edifício, da metodologia de avaliação da sustentabilidade SBTTool^{PT}-H – adaptação do SBTTool ao contexto dos edifícios residenciais portugueses. Desta forma, pretende-se introduzir as LCA e as BSA no processo colaborativo BIM, através da identificação e aplicação de ferramentas BIM que possibilitem auxiliar a avaliação da sustentabilidade de edifícios. A metodologia de trabalho, encontram-se resumizada na Figura 16.

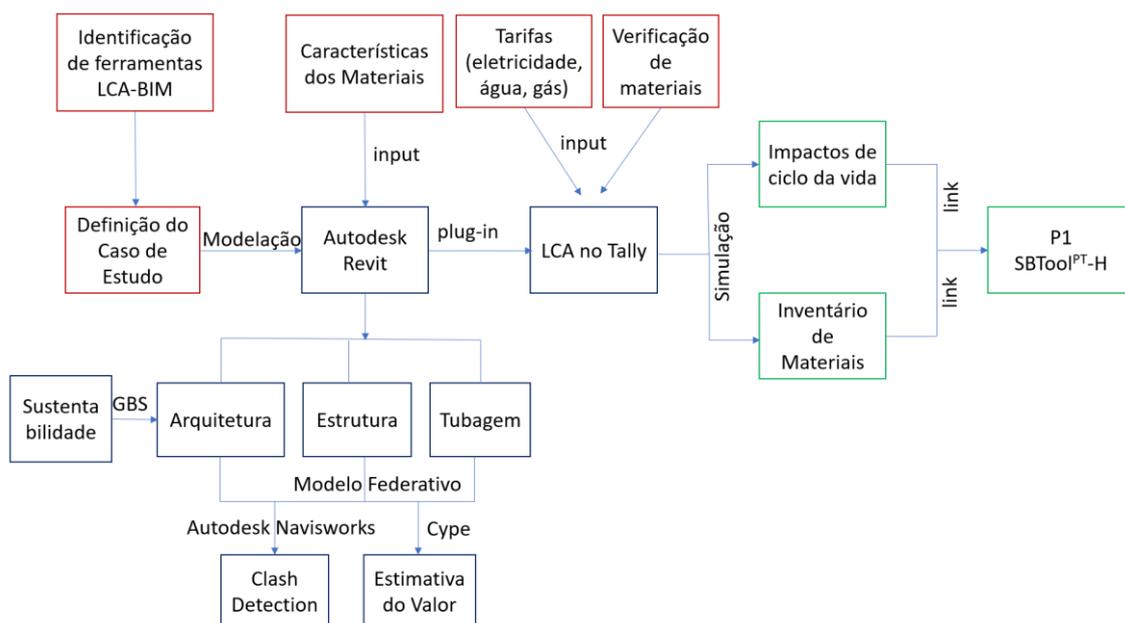


Figura 16 - Metodologia do trabalho

3.2 Caracterização e sistemas do edifício

Desta forma, modelou-se em *Autodesk Revit* um estudo de caso de uma casa hipotética de dois andares com intuito de retratar as características levantadas do edificado português (Figura 17). Todavia utilizaram-se também algumas técnicas construtivas mais modernas de maneira que o desempenho e a qualidade não seja tão afetada. Portanto, o edifício foi localizado no Porto, Portugal, possui 16 divisões ilustradas nas plantas das Figuras 18 e 19.

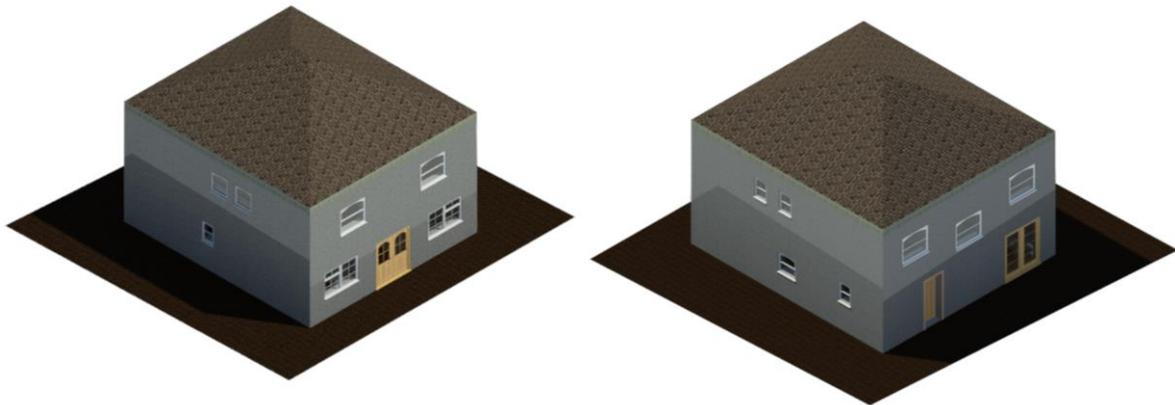


Figura 17 - 3D edificação

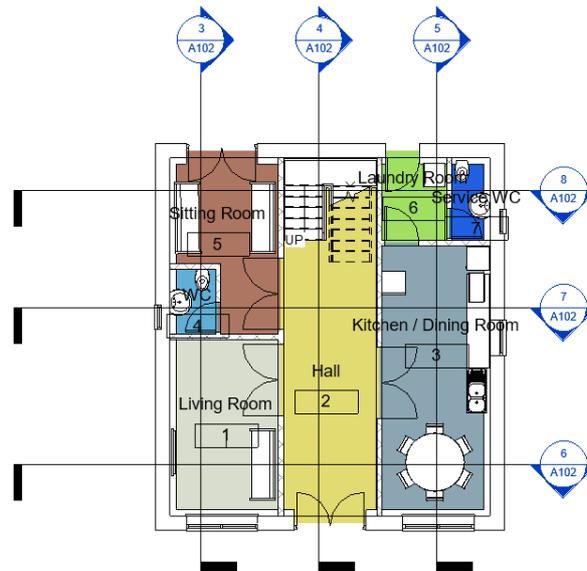


Figura 18 - Planta Rés do Chão

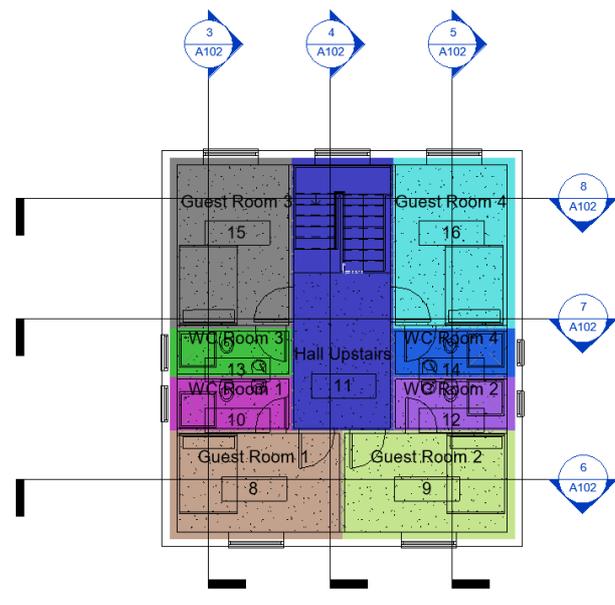


Figura 19 - Planta piso superior

Quanto à parte construtiva, o edifício possui paredes exteriores com revestimento pelo exterior de tinta têxtil seguida por 1,50 cm de estuque, fibra de vidro, 4 cm de esferovite em EIFS (Exterior Insulation Finishing System) e 1,50 cm de estuque, representado um sistema ETICS (*External Thermal Insulation Composite System*). No meio temos uma fiada de tijolo cerâmico de 15 cm, e outra de tijolo cerâmico de 11 cm, entre si 2 cm de lã de rocha. No

revestimento interior é utilizada uma camada fina de impermeabilizante seguido por 1,50 cm de estuque e a tinta têxtil para o remate final. A Figura 20 ilustra essas camadas.

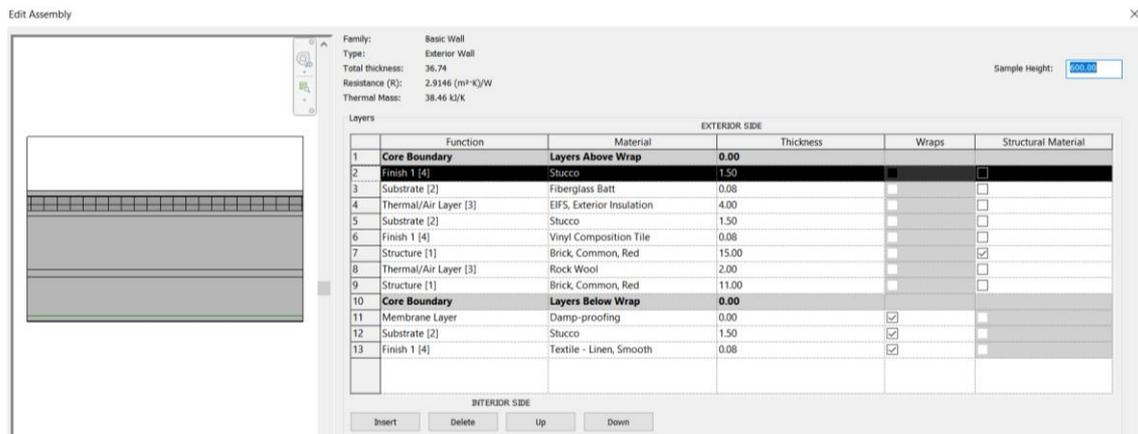


Figura 20 - Parede externa - estudo de caso

O telhado inclinado apresenta uma estrutura pré-moldada de betão de aproximadamente 20 cm de apoio, seguido por um feltro isolante, 8 cm de esferovite em EIFS, 1 cm de uma membrana EPDM (Etileno-Propileno-Dieno) e um acabamento de alcatrão betuminoso para serem instaladas as telhas cerâmicas – simulando a telha “Lusa”. A Figura 21 ilustra as camadas.

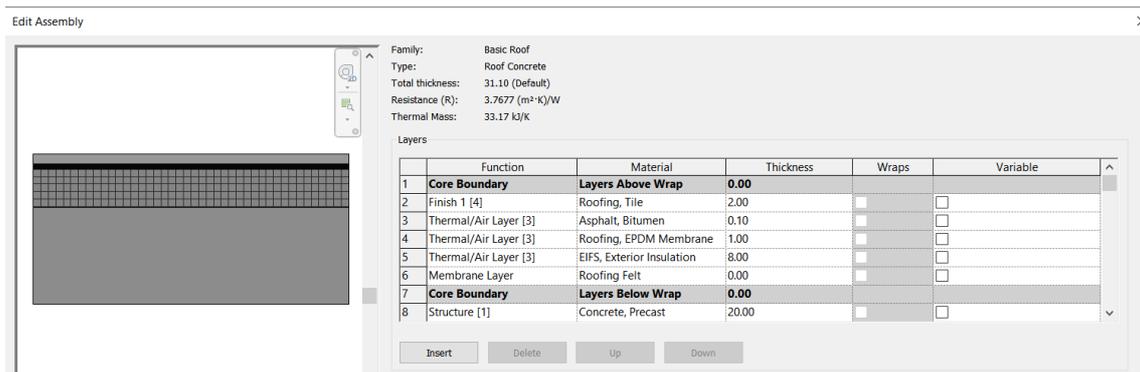


Figura 21 - Telhado - estudo de caso

O pavimento térreo apresenta uma camada impermeabilizante, seguida por 5 cm de betão limpeza, à qual se segue uma camada de 25 cm de betão, uma camada de 8 cm de esferovite em EIFS e 2 cm de estuque para o remate final. A Figura 22 ilustra essas camadas. O segundo

piso é formado por uma camada betão pré-moldado de 21 cm, conforme Figura 23. Os acabamentos em zonas podem ser com azulejo cerâmico (Figura 24) ou em peças de 1,2 cm de madeira Oriented Strand Board (OSB) (Figura 25).

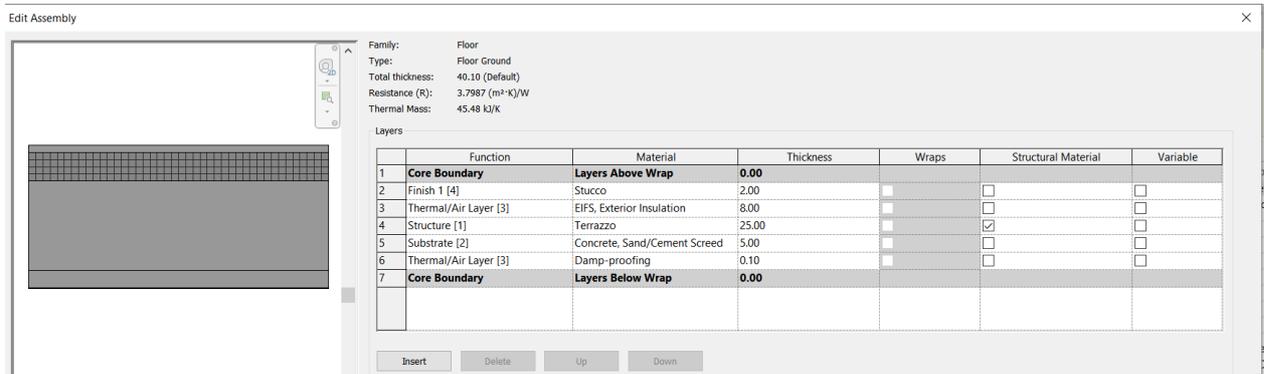


Figura 22 - Pavimento térreo - estudo de caso

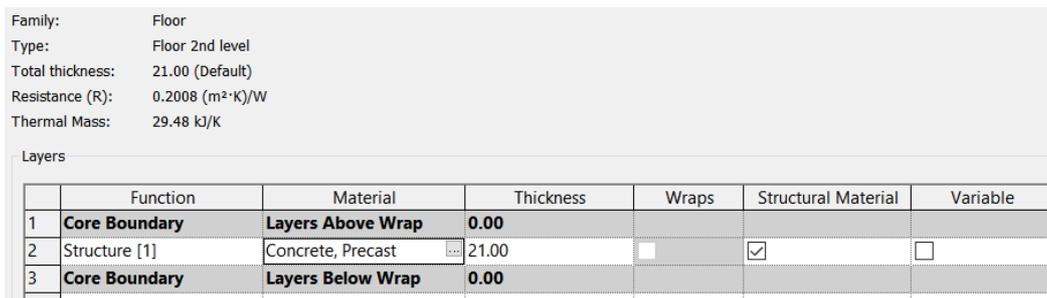


Figura 23 - Segundo Pavimento - estudo de caso

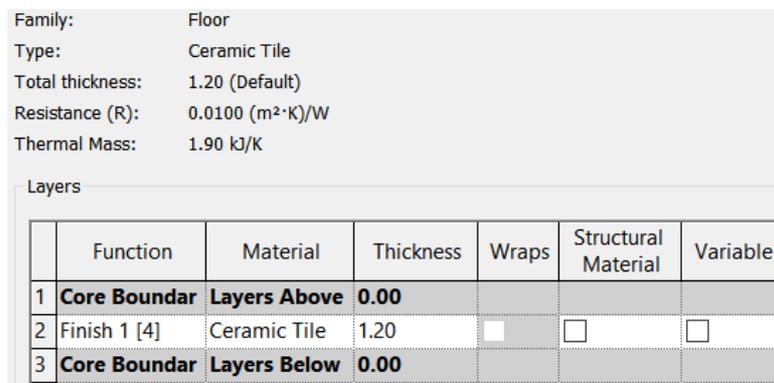


Figura 24 - Acabamento no piso em cerâmica - estudo de caso

Family:	Floor
Type:	OSB
Total thickness:	1.20 (Default)
Resistance (R):	0.1000 (m ² ·K)/W
Thermal Mass:	1.16 kJ/K

Layers			
	Function	Material	Thickness
1	Core Boundary	Layers Above Wrap	0.00
2	Finish 1 [4]	Oriented Strand Board	1.20
3	Core Boundary	Layers Below Wrap	0.00

Figura 25 - Acabamento do piso em OSB - estudo de caso

As janelas são de vidro duplo com caixilharias de alumínio com corte térmico, conforme Figura 26. As portas externas são de madeira com detalhes em vidro e aço, conforme Figura 27 e as internas de madeira como ilustra a Figura 28.

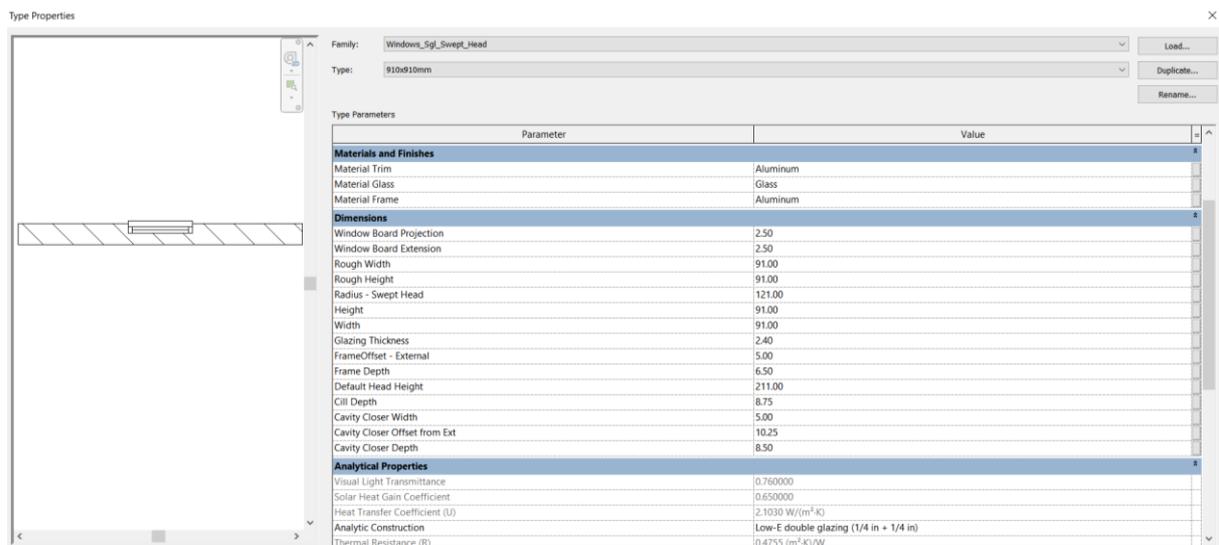


Figura 26 – Janelas - estudo de caso

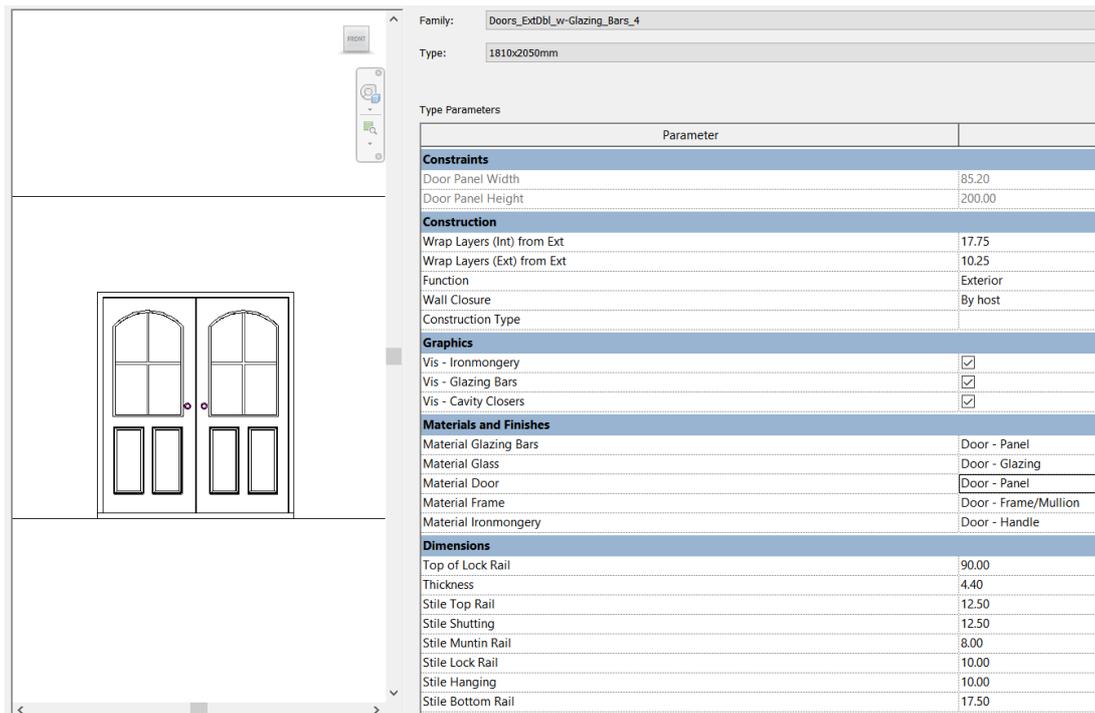


Figura 27- Porta exterior – estudo de caso

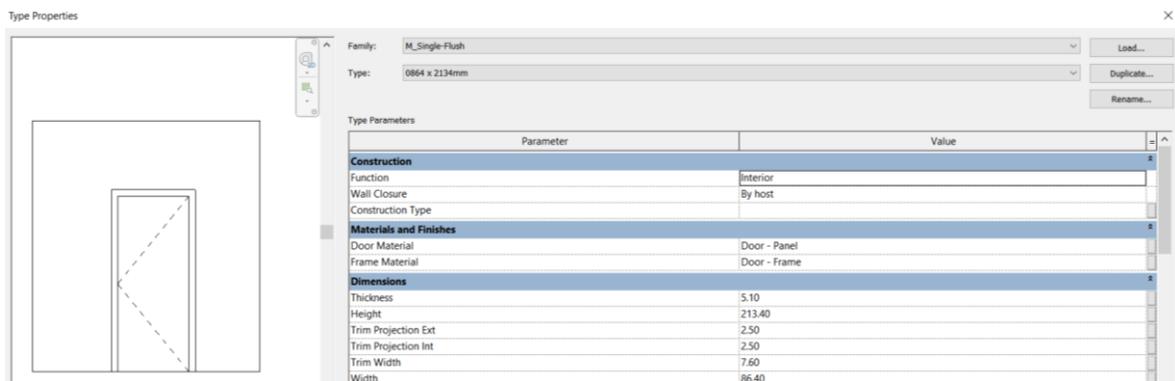


Figura 28 – Porta interior – estudo de caso

As paredes interiores são de tijolo de 11 cm e acabamento final de 1 cm de gesso para cada lado, conforme Figura 29. O teto falso é em cortiça e gesso cartonado, conforme Figura 30.

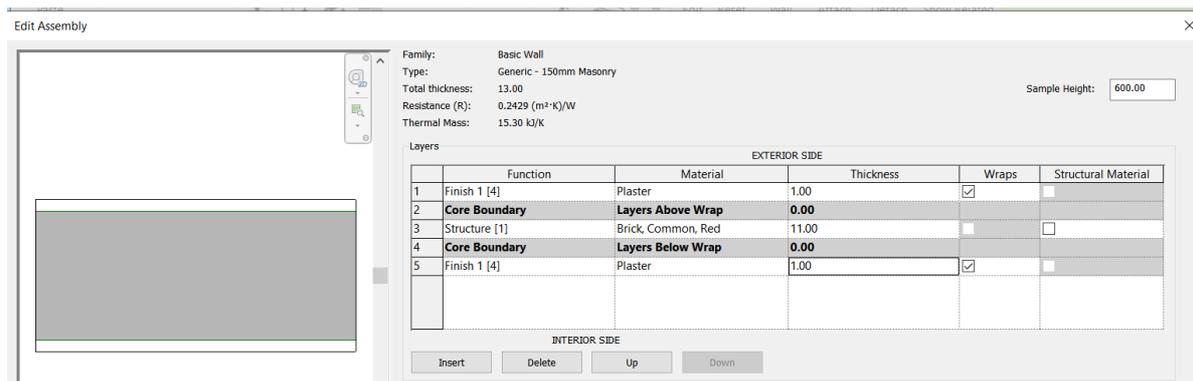


Figura 29 – Paredes internas – estudo de caso

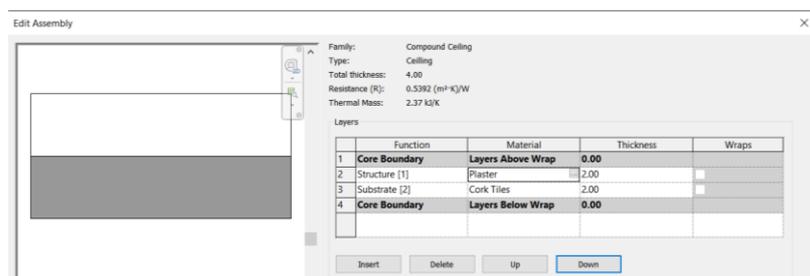


Figura 30 – Teto falso – estudo de caso

No projeto estrutural foram utilizados elementos pré-moldados e princípios de pré-dimensionamento para adotar pilares de seção (30x30 cm) e vigas (30x30 cm), tal como representado na Figura 31. Foi considerado um solo impenetrável de rocha com 4,0 m de profundidade, onde foi assentada a fundação do tipo rasa – sapata (180x120x45 cm).

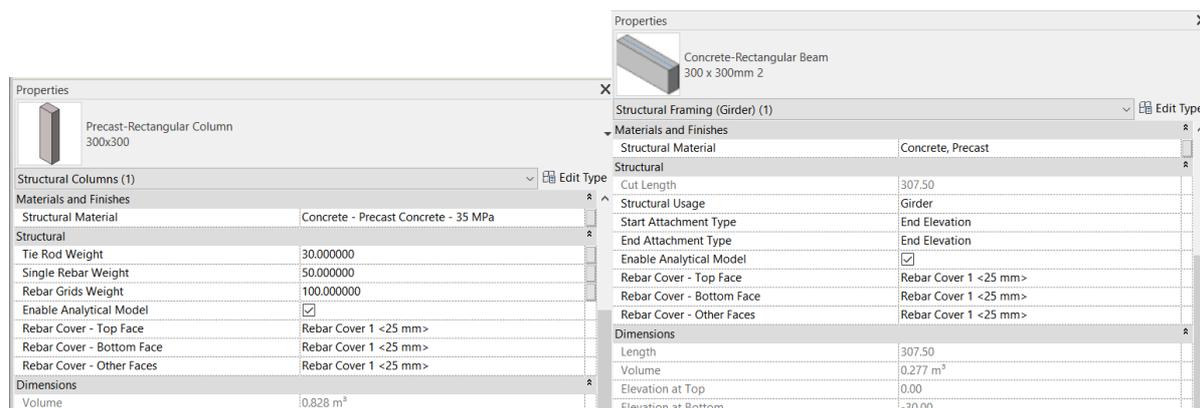


Figura 31 - Secção estrutural das vigas e pilares

No projeto de Hidráulica, foram consideradas as conexões genéricas e os tubos padrão fornecidos, bem como dimensões comerciais de ferro fundido de acordo com as normas

referentes. No HVAC (Heating, Ventilation e Air Conditioning) foi considerado um equipamento de aquecimento central e distribuidores para os compartimentos da casa, entretanto foi modelado a partir de uma simulação energética realizada pelo GBS.

Para detecção de sobreposição nos projetos será utilizada a função *Clash Detection* ao criar um modelo federativo e exportado para o *Autodesk Navisworks*. Esta ferramenta será utilizada também na produção de tabelas, levantamento de quantidades e plantas.

Serão associados os custos referidos pelo Gerador de Preços da *Cype*, através do *plug-in* da *Cype*.

A Tabela 5 faz um resumo das soluções dos elementos construtivos adotados, onde se apresenta o respetivo coeficiente de transmissão térmica (U). As características dos materiais são apresentadas no capítulo seguinte.

Tabela 6 - Soluções dos Elementos Construtivos adotados

Elemento Construtivo	Descrição
Paredes Externa U (W/m ² °C)	Parede dupla de tijolo furado de 15 cm e 11 cm com 2 cm de lã de rocha entre elas, acabamento externo de 4 cm de ETICS e interno de impermeabilizante e 1,5 cm de estuque 0.34
Paredes Interiores U (W/m ² °C)	Tijolo cerâmico furado de 11 cm e acabamento de 1 cm de gesso para ambos os lados 4.11
Janelas U (W/m ² °C)	Caixilharia de alumínio com corte térmico e vidro duplo 2.11
Coberturas U (W/m ² °C)	Cobertura inclinada com vigas de betão pré-moldado, 8 cm de poliestireno, membrana asfáltica com feltro e telha cerâmica 0.27
Pavimento Térreo U (W/m ² °C)	Impermeabilizante, 5 cm de betão de limpeza, 25 cm de betão de 34 MPa, 8 cm de poliestireno e 2 cm de estuque. 0.26
Pavimento Superior U (W/m ² °C)	Betão pré-moldado de 21 cm com acabamento de 1,2 cm de madeira OSB ou azulejo cerâmico 4.98
Teto Falso U (W/m ² °C)	2 cm de estrutura de cortiça e gesso cartonado 0.54
Porta Exterior U (W/m ² °C)	Caixilharia em madeira com painel de vidro duplo 3.12
Porta Interior U (W/m ² °C)	Madeira 3.81

4. MODELAÇÃO BIM E RESULTADOS PRELIMINARES

4.1 Referência do edifício

4.1.1 Geometria, material e uso

O edifício hipotético tem uso residencial, possui 137 m² de área útil, apresenta dois andares, situa-se no Porto, Portugal e foi definido com base no parque edificado português. As suas características construtivas foram anteriormente apresentadas na Tabela 5. Estas características são introduzidas de forma paramétrica nas propriedades dos objetos através do BIM. Além disso, é ainda definida a orientação do edifício e da estação meteorológica mais próxima. Foi alocado a partir da função *Spaces & Zones* os diversos ambientes da casa de forma analítica para determinação das características de cálculo, número de ocupantes, iluminação e taxas de renovação do ar. O sistema HVAC escolhido foi o *Residential 14 SEER/8.3 HSPF Split Packaged Heat Pump* e a taxa de renovação de ar um caudal previsto de 0,4 renovações por hora (valor mínimo inverno 0,4 e verão 0,6), essas configurações são ilustradas na Figura 32. A definição das características de cálculo são também detalhadas (Figura 33), assim como o tipo de edificação (Figura 34). O GBS não efetua a simulação de acordo com o regulamento português, mas permite ter uma noção do desempenho das soluções aplicadas.

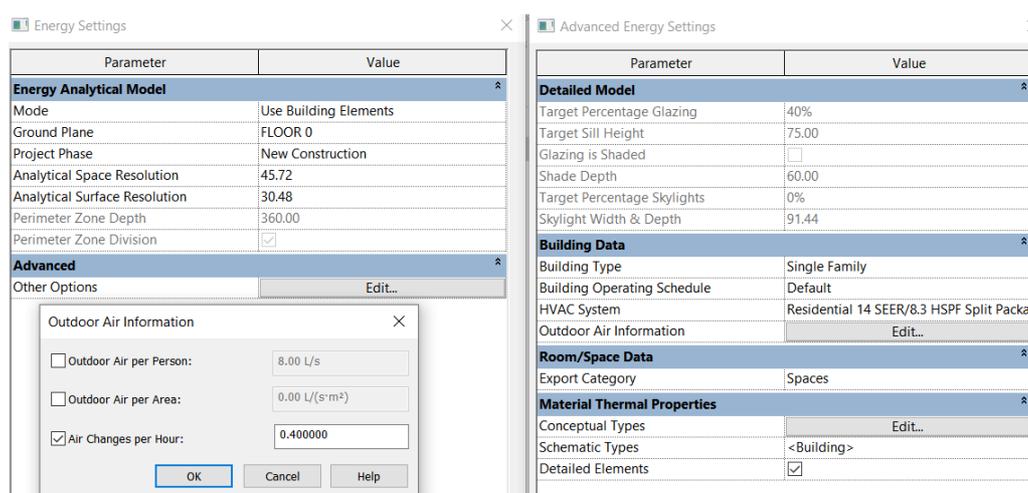


Figura 32 - Configuração energética do modelo

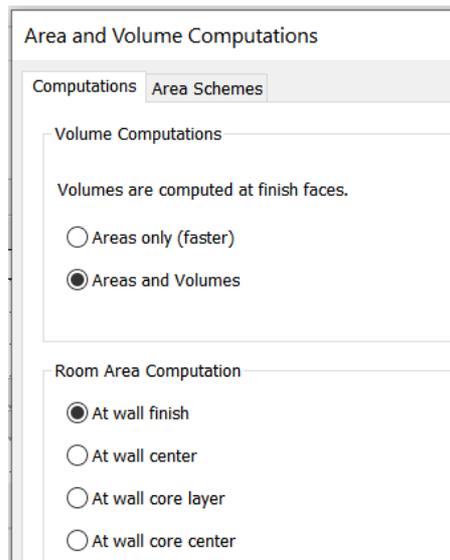


Figura 33 - Computação de Áreas e Volumes para Spaces

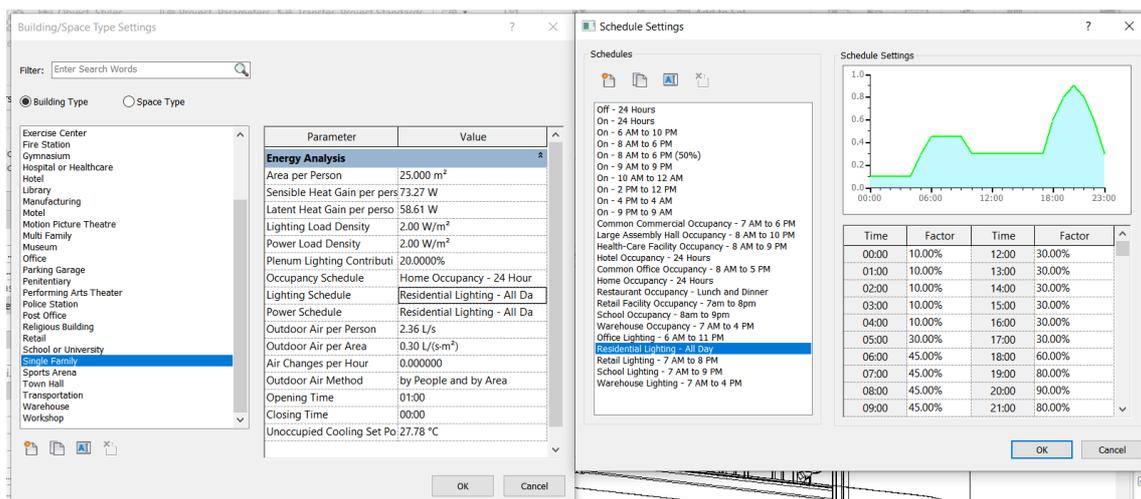


Figura 34 - Configuração de uso do prédio

As especificidades e o comportamento físico e térmico dos materiais são também necessários de definir, a partir da base de dados do *Autodesk Revit*. São ainda definidas as informações do produto relacionadas com a anotação, identificação do fabrico, gráfico e aparência de *renderização*, conforme exemplificado na Figura 35. Na palheta de configuração MEP é possível detalhar as especificidades de utilização do prédio, tais como área por pessoa, horário de utilização do edifício, entre outros. Apesar do *Autodesk Revit* não ser um software de cálculo estrutural ou mecânico, estas informações podem ser úteis para diversos atores do projeto nos seus dimensionamentos e ser proveitoso para uma melhor troca de informações.

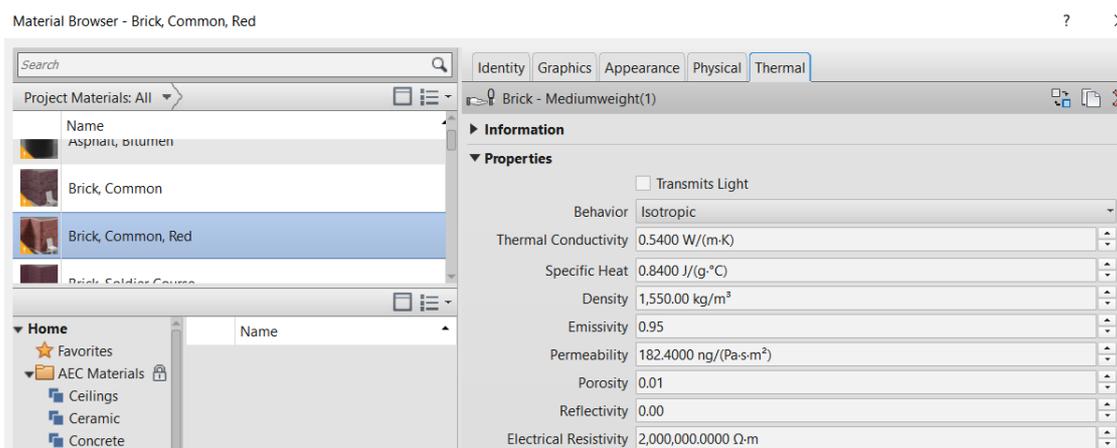


Figura 35 - Propriedades de material – Arquitetura

Foi ainda definida uma superfície topográfica por pontos planos com 2 metros de distância do edifício.

Apresenta-se na Figura 36 a vista 3D do modelo analítico de energia, gerado automaticamente a partir da geometria do edifício e dos seus espaços para representar uma zona térmica. Este modelo possibilita a exportação das informações para o GBS e outros, pela API do Autodesk Revit ou por formato gbXML.

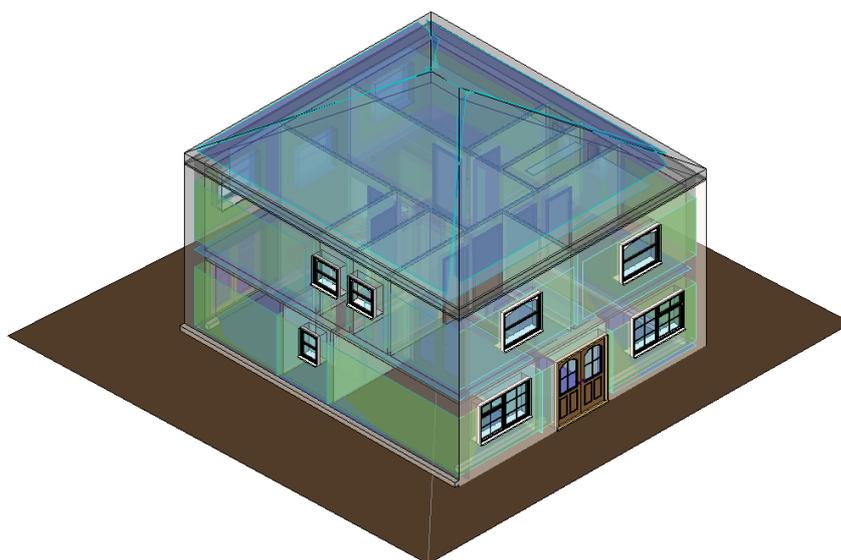


Figura 36 – Modelo energético e topografia em 3D

4.1.2 Disciplinas

Na fase de concepção estrutural foram utilizados princípios de construção modular, de forma a preferir o uso de estruturas modulares que contribuam para a eficácia do processo construtivo. Com este intuito, foi adotado o betão pré-moldado e suas características referidas em *materials* no *Autodesk Revit* conforme a Figura 37. Nela são definidas as propriedades do comportamento estrutural, tais como: Módulo de Young, Coeficiente de Poisson, Resistência à tração e compressão, densidade, entre outros.

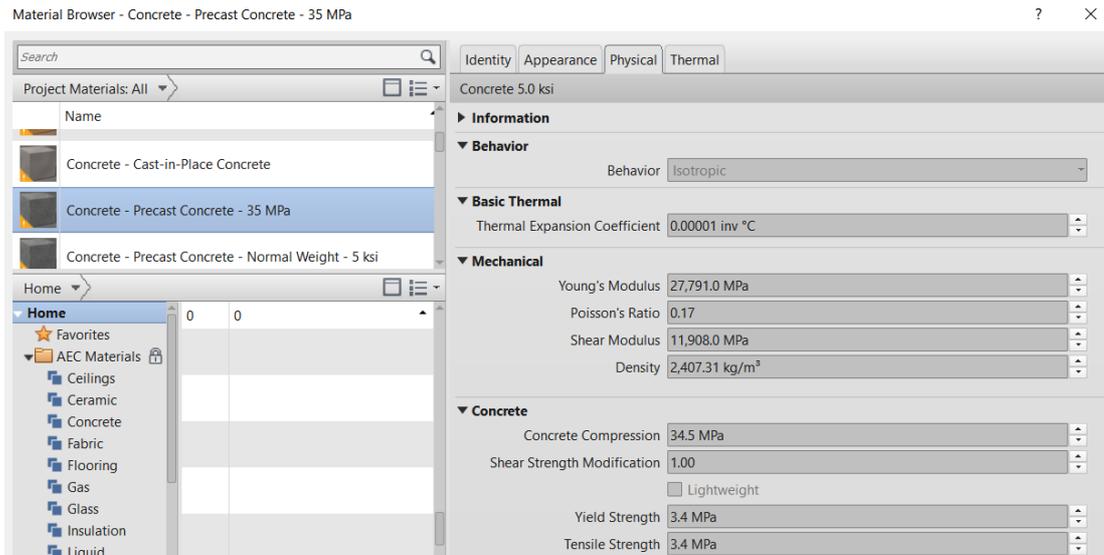


Figura 37 - Propriedade de material - Estrutural

A partir do ícone de inserir foi selecionado o *link Revit* para importar o ficheiro arquitetónico para a realização do modelo estrutural. Foi utilizada a função de *Visibility / Graphics* e *Copy / Monitor* para o controlo e gestão da colaboração do ficheiro, além de terem sido criadas vistas estruturais e analíticas, assim como *grids* para facilitar a localização do projeto. Com a visualização do projeto facilitada, foram definidas e editadas as famílias de sapatas, vigas e pilares.

Ao iniciar a fase de configurações estruturais foram definidas as condições limites de apoio (rótula, fixo ou encastrado) e os tipos de carga (permanentes e variáveis) para serem aplicadas no modelo (Figura 38). A Figura 39 relata o modelo 3D e o modelo analítico de estruturas.

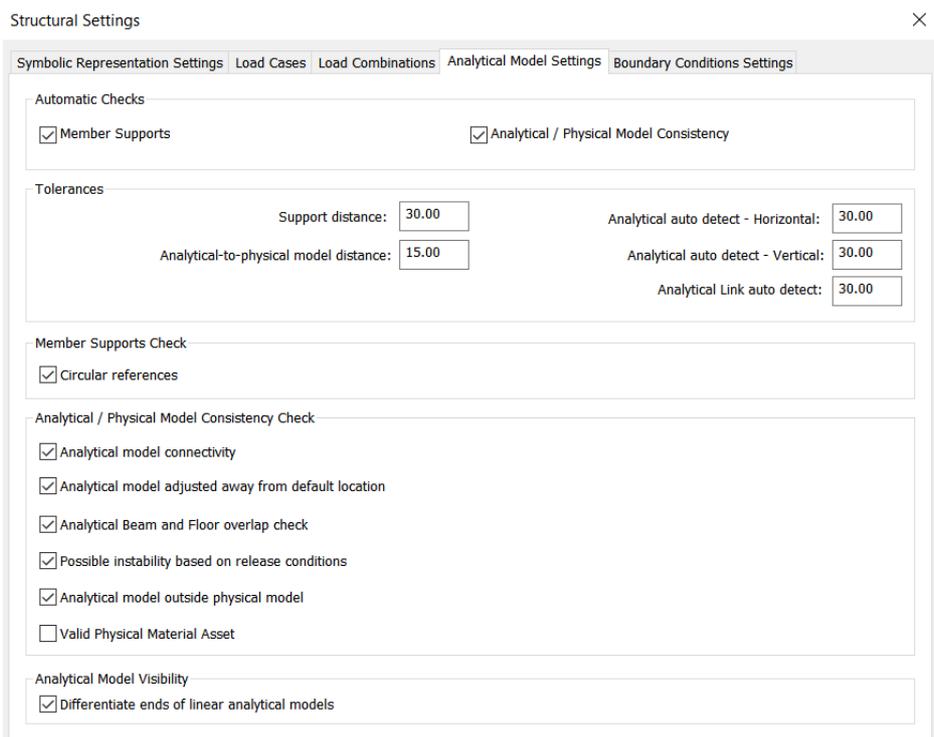


Figura 38 - Configurações de estrutura

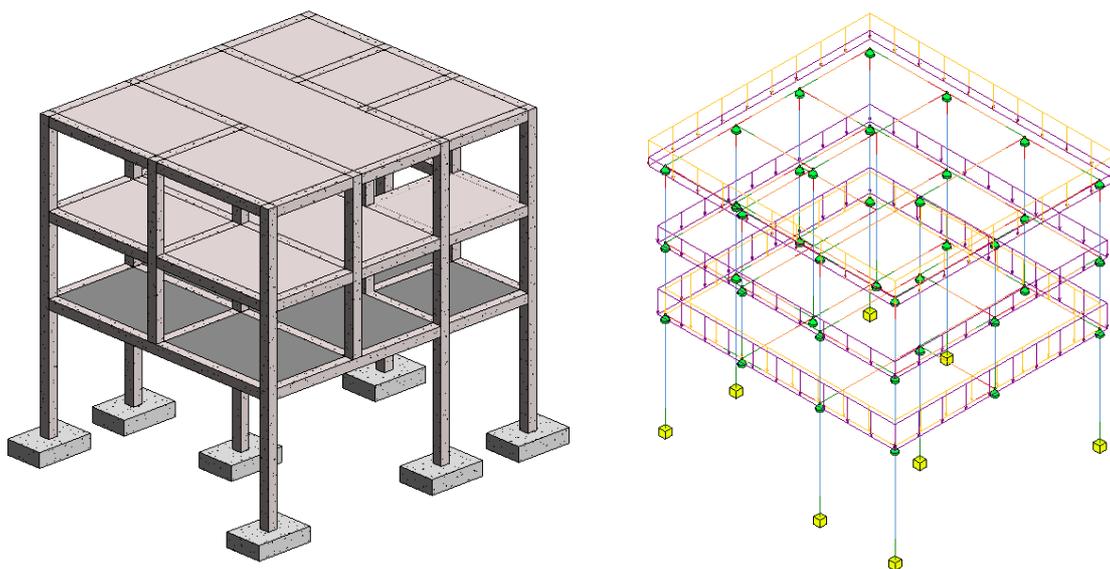


Figura 39 - Modelo 3D e analítico estrutural

A modelação de infraestruturas de abastecimento e saneamento foi efetuada de forma a atender a necessidade dos utilizadores e dos equipamentos. Os diâmetros adotados foram os comercialmente utilizados para traduzir a realidade e facilitar as conexões e as caixas de visita (Figura 40). Na modelação, ao inserir as tubagens é possível configurar as características de

fluxo, rugosidade e velocidade do fluido. A modelação é facilitada pela visualização isométrica, conforme ilustra a Figura 41.

Routing Preferences ? X

Pipe Type: Cast Iron EN 877 (DN150-DN600)

Segments and Sizes...

	Content	Min. Size	Max. Size
Pipe Segment			
	Cast Iron - EN 877	50.000 mm	600.000 mm
Elbow			
	Cast Iron-EN 877 Short Radius Bend: Standard	50.000 mm	600.000 mm
	Cast Iron-EN 877 Long Radius Bend: Standard	100.000 mm	150.000 mm
Preferred Junction Type			
	Tee	All	
Junction			
	Cast Iron-EN 877 Single Branch: Standard	All	
	Cast Iron-EN 877 Single Branch Radius Curve: Standard	50.000 mm	200.000 mm
Cross			
	Cast Iron-EN 877 Double Branch: Standard	50.000 mm	200.000 mm
	Cast Iron-EN 877 Double Branch Radius Curve: Standard	100.000 mm	150.000 mm
Transition			
	Cast Iron-EN 877 Taper Pipe: Standard	All	
Union			
	Cast Iron-EN 877 Access Pipe Round Door: Standard	50.000 mm	100.000 mm
	Cast Iron-EN 877 Access Pipe Rectangular Door: Standard	125.000 mm	125.000 mm
	Cast Iron-EN 877 Access Pipe Round Door: Standard	150.000 mm	150.000 mm
	Cast Iron-EN 877 Access Pipe Rectangular Door: Standard	200.000 mm	300.000 mm
	Metallic-EN 877 Coupling-Union: Standard	All	
Flange			
	None	None	
Cap			
	Cast Iron-EN 877 Blank End: Standard	All	

Figura 40 - Preferências de diâmetro de tubagem

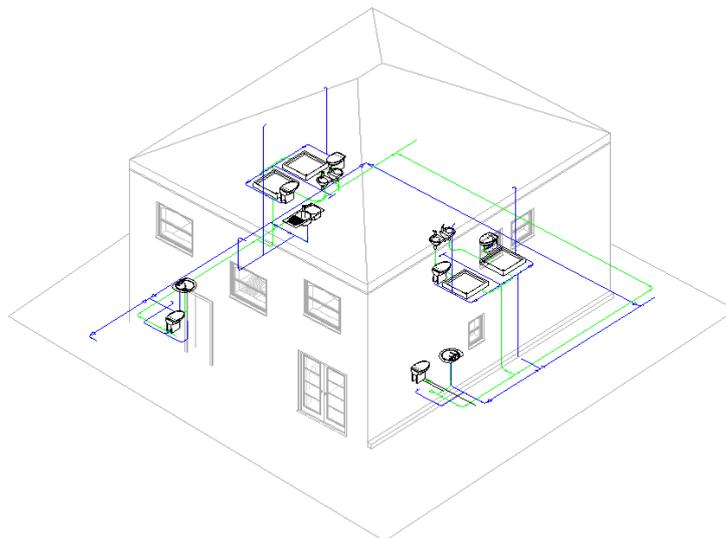


Figura 41 - Modelo Hidráulico

As três plantas de arquitetura (ARCH101, ARCH102, ARCH103) encontram-se no Anexo I.I. Os três desenhos (STRUC101, STRUC102, STRUC103) estruturais no Anexo I.II. Os desenhos das infraestruturas no Anexo I.III. Os desenhos apresentam as plantas, vistas, elevações e tabelas.

4.2 Modelo Federativo

4.2.1 Clash Detection

O edifício foi modelado em três partes – Arquitetura, Estrutura e Instalações. Para unir os sistemas e realizar o *Clash Detection* (deteção de colisões) foi escolhido o *Autodesk Navisworks Manage*. O ficheiro *Revit .rvt* foi exportado para o *Navisworks* como um ficheiro cache *.nwc* (*Navisworks Cache*) e, uma vez guardado no próprio *Navisworks*, o ficheiro torna-se *.nwf* (*Navisworks File set*). O processo para inserir a ligação dos ficheiros consiste em apenas seleccioná-los em *Append* no formato *.nwc*. A visualização do mesmo pode ser editada e escondida por família do *Autodesk Revit*. Com o modelo carregado, é possível definir regras de interferências e tolerância para o *Clash Detection*, tais como: os ficheiros selecionados, itens na mesma camada ou tolerância da interferência. Também é possível criar múltiplos testes entre diferentes disciplinas e entre a mesma. Nomear os testes é importante para evitar confusões e ambiguidades (exemplo: *Estrutura x Estrutura* ou *Arquitetura x Estrutura*), conforme ilustra a Figura 42.

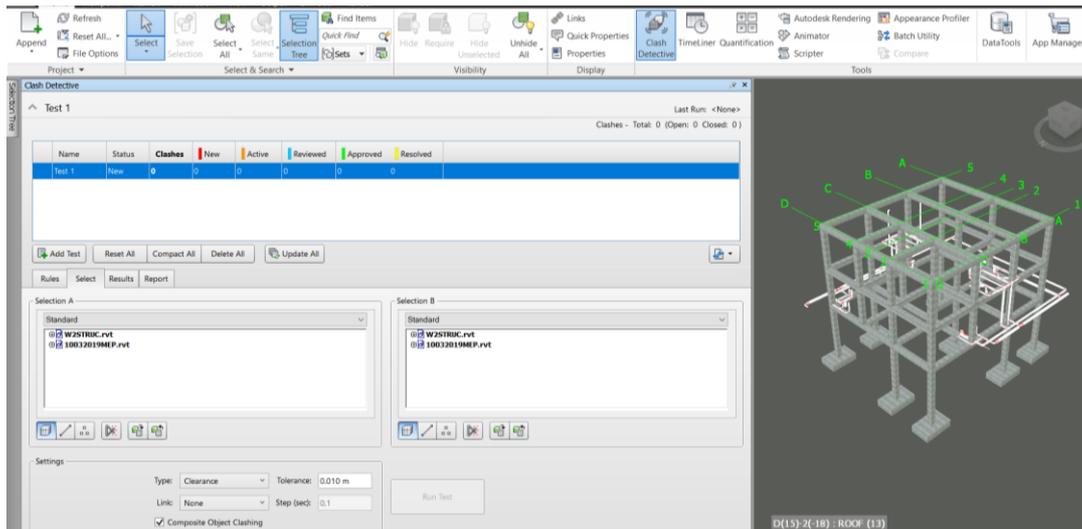


Figura 42 - Regras de Clash Detection

Com a realização do teste, o *Autodesk Navisworks Manage* permite nomear, agrupar e classificar (novo, ativo, resolvido e revisto) as colisões e apresenta visualmente os respectivos elementos (Figura 43), em forma de *viewpoints*. É comum o software apresentar falsos positivos de colisões, que costumam ser normais (por exemplo: cerâmica com a laje de piso). As colisões apresentadas foram entre *Estrutura x Arquitetura x Instalações* e entre si mesmas. Todas foram corrigidas resultando num projeto *clash-free*.

A modelação dos sistemas do edifício com a metodologia BIM teve como resultado as diferentes plantas de especialidades, levantamento de quantitativos, projeto *clash-free* com monitoramento das *clash detection*, folha de orçamento e a simulação de desempenho energético.

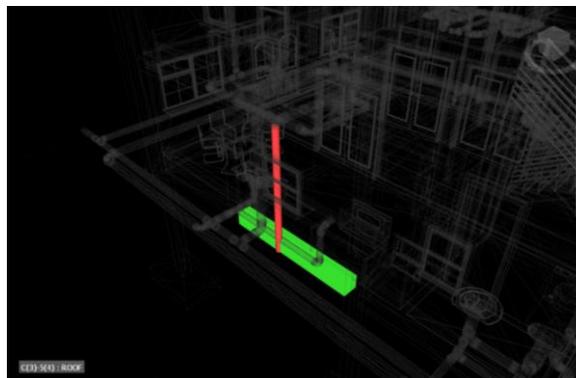


Figura 43 - Visualização Clash Detection

4.2.2 Estimativa de custo

Para a estimativa de custo foi utilizado o software *Cype Arquimedes* através de sua base de dados do Gerador de Preços que tem em consideração os preços médios praticados em Portugal para materiais e mão-de-obra, conforme se ilustra na Figura 44. O *Cype* possui um *plug-in* de interoperabilidade e extração de dados no *Autodesk Revit* para suas ferramentas. Após criar um vínculo entre os quantitativos (Figura 44.1) é realizada uma adaptação das informações extraídas para a respetiva base de dados do Gerador de Preços do *Cype* (Figura 44.2 e 44.3), de modo a calcular e exportar a estimativa de preços para o Microsoft Excel (Figura 44.4). O valor total obtido foi de 181.581,01 (cento e oitenta e um mil, quinhentos e oitenta e um euros e um cêntimo) euros. O levantamento de quantidades extraído do *Autodesk Revit* e utilizado na estimativa, encontra-se no Anexo II. A Folha de orçamento resultante do *Cype Arquimedes*, encontra-se no Anexo III. Esta análise realizou-se para demonstrar o potencial do BIM nas suas diversas dimensões, assim como para ter noção do custo de construção do edifício, frequentemente necessário para uma completa análise de ciclo de vida.

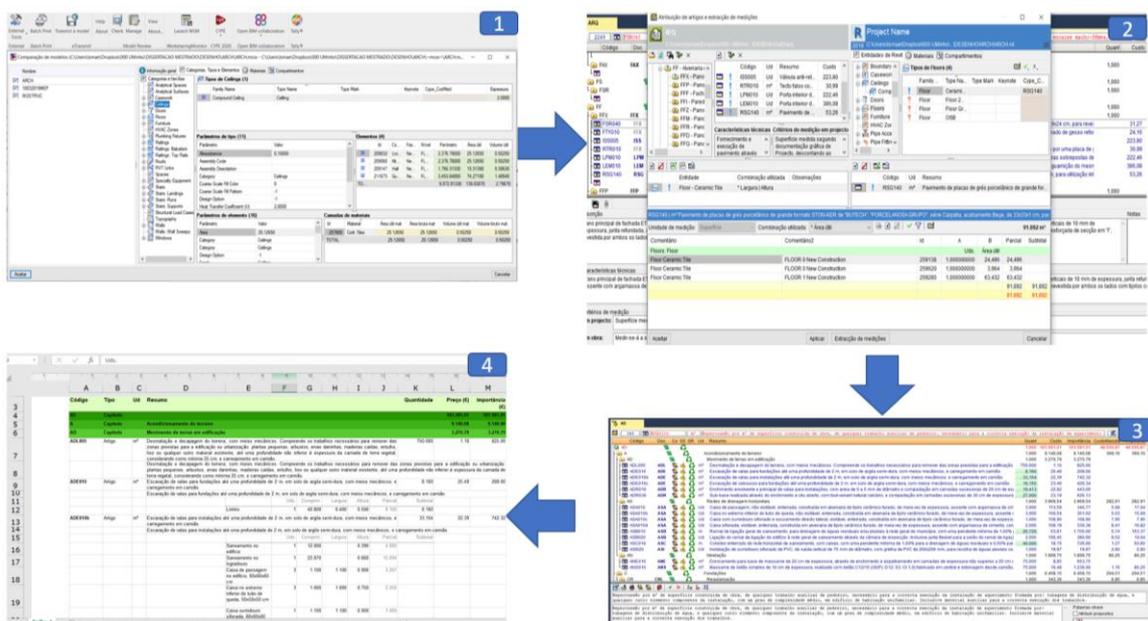


Figura 44 - Exportação Autodesk Revit para Cype

4.2.3 Green Building Studio

Após a criação e configuração do modelo energético do edifício apresentado nas Figuras 32 e 36, a exportação das informações para o *cloud-based* do GBS pode ser realizada pela API no *Autodesk Revit* ou por formato gbXML. Na Figura 45 apresenta-se a exportação e a exibição de dados no *website*, de forma que seja possível alterar o sistema HVAC e AQS (Águas Quentes Sanitárias), bem como a exibição de informações relacionadas a localização, preço de energia, uso de água, painéis fotovoltaicos e outras variáveis para o relatório energético.

São apresentados os resultados de estimativa das necessidades anuais de energia e o consumo de energia resultante do relatório do GBS. O consumo anual foi de 19 604 kWh, correspondendo a um custo de 1047 (um mil e quarenta e sete) euros. O Anexo IV contém o Relatório de Desempenho Energético resultante do GBS. O GBS não efetua a simulação de acordo com o regulamento português, mas permite ter uma noção do desempenho das soluções aplicadas.

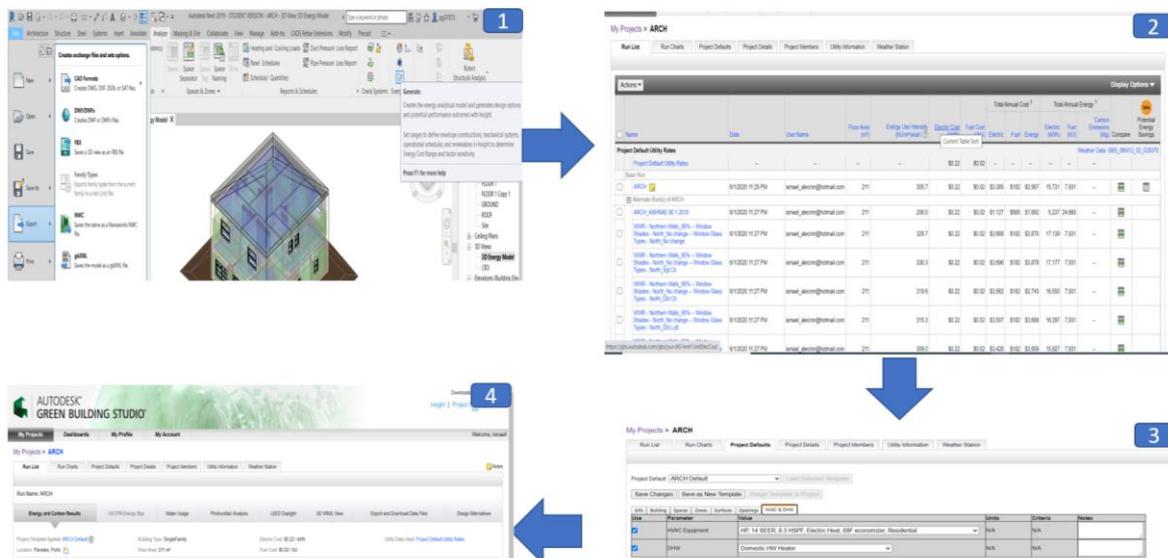


Figura 45 - GBS Exportação Revit

4.3 Tally

O uso do *Tally* foi efetuado através de uma API do *Autodesk Revit*. Ao carregar a plataforma é selecionado o tipo de objeto em estudo, os critérios de cada categoria e a fase e processo do modelo, conforme se ilustra na Figura 46.

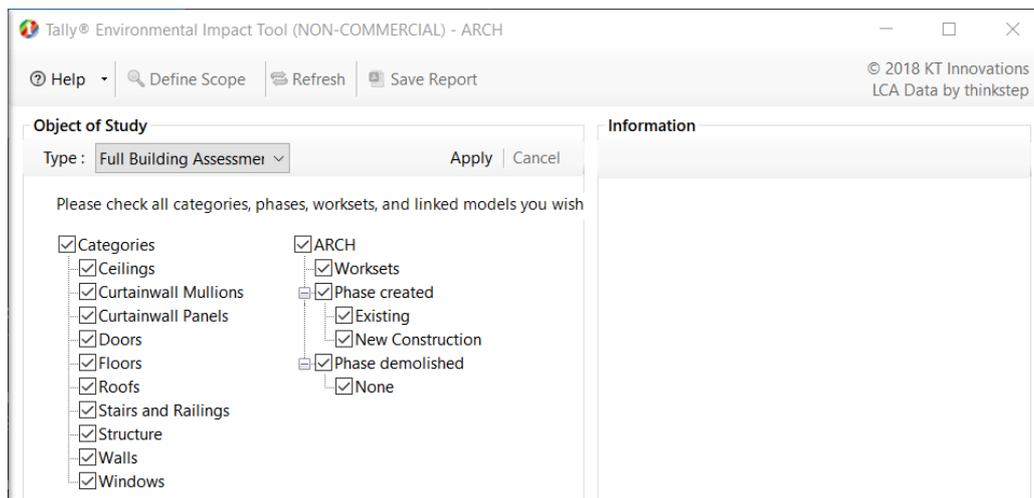


Figura 46- Objetivo de estudo no Tally

Com a escolha do objeto em estudo são manualmente definidas as características correspondentes de cada material, em cada elemento construtivo considerado. Após a verificação dos materiais, são escolhidas as características de tipo, expectativa de vida e extração do quantitativo, conforme se ilustra nas quatro partes da Figura 47, respectivamente. Esta verificação dos materiais acontece em virtude da limitação do Tally em relação a identificação do LOD e características do modelo, onde apenas os dados geométricos do edifício são transferidos. Desta forma, o LOD do modelo BIM perde alguma relevância aquando da utilização do Tally, dada a não transferência de informação.

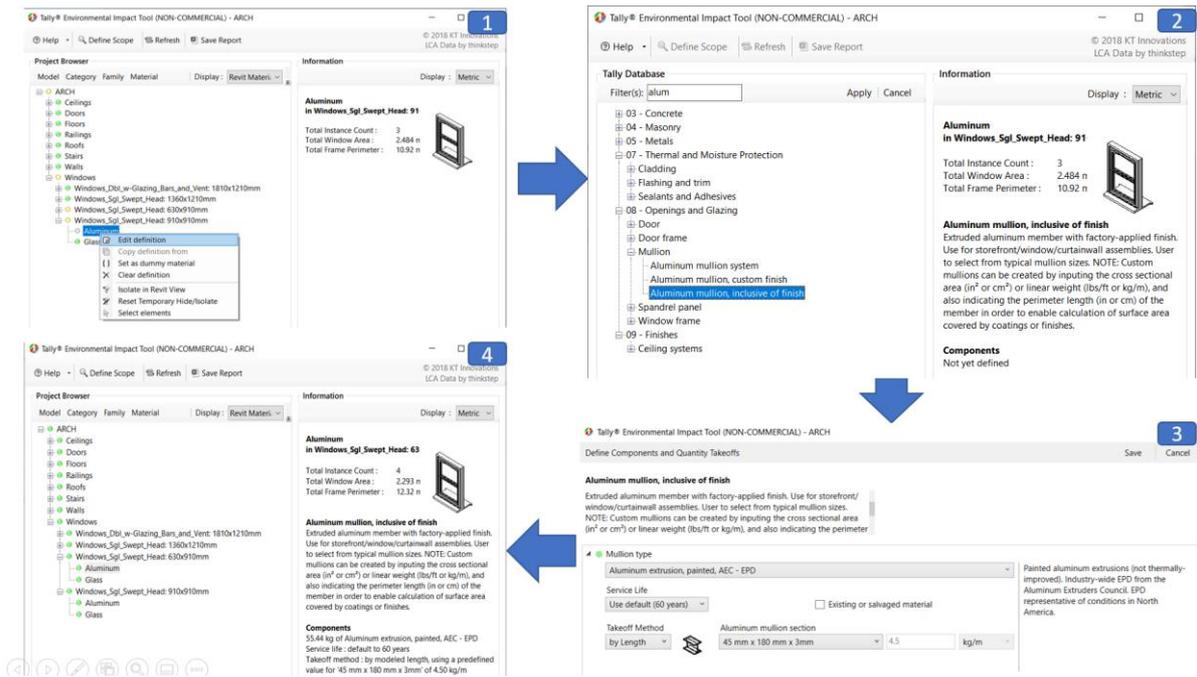


Figura 47 - Verificação de materiais

Para finalizar e obter os resultados, são inseridas informações para apresentação do relatório, área útil, localização, expectativa de vida do edifício e inclusão de preços operacionais de energia, gás e água da localidade, conforme se apresenta na Figura 48. Os valores utilizados são os mesmos da simulação energética do GBS e coincidem com as faturas locais.

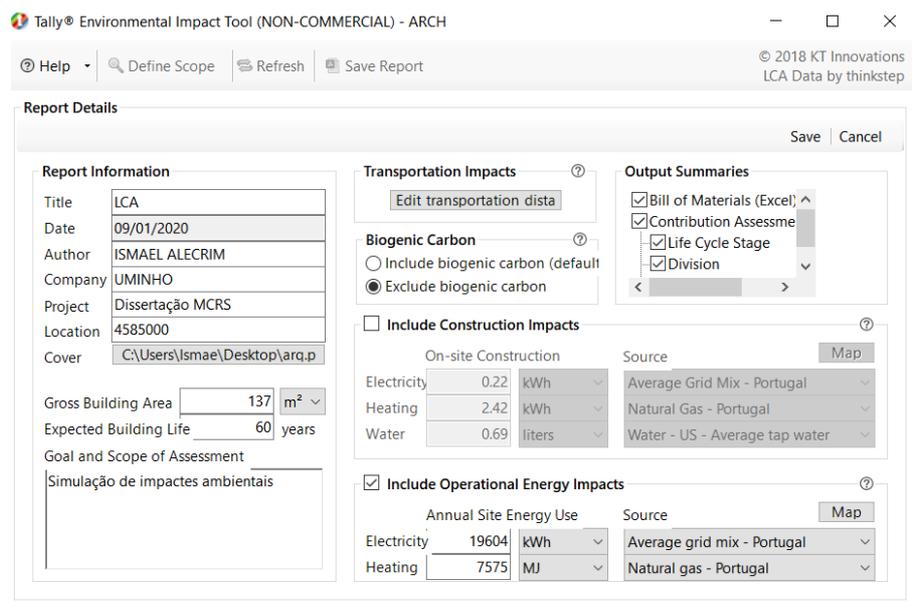


Figura 48 - Output para os resultados

5. ANÁLISES DE RESULTADOS LCA

Como resultado do *Tally* é apresentado o LCA dividido em módulos (de acordo com a EN 15978 - *Sustainability of construction works: assessment of environmental performance of buildings* - Sustentabilidade de trabalhos da construção: análise do ambiente construído), elementos construtivos, informação associada ao *Tally* e categoria e família do *Autodesk Revit*. São considerados oito tipos de potenciais impactes:

- Divisão em módulos: Aquecimento Global (Global Warming Potential – GWP), Acidificação (Acidification Potential – AP), Eutrofização (Eutrophication Potential – EP), SMOG, Depleção do Ozônio (Ozone Depletion Potential – ODP), Energia Primária (Primary Energy – PE), Energia não-renovável (Non-renewable Energy – NRE) e Energia Renovável (Renewable Energy – RE);
- Divisão em massa: GWP, AP, EP, SMOG e NRE.

Os resultados da Tabela 6 (quantitativos), Tabela 7 (impactes / m²) e da Figura 49 (percentual) ilustram a contribuição de cada impacte combinado nos módulos normativos. Por apresentarem unidades diferentes, não se deve interpretar a avaliação baseada em “quanto maior, pior”, mas sim baseado na normalização dos valores. Portanto, numericamente o impacte PE apresenta o maior valor, entretanto esta afirmação não tem valor algum em virtude de não termos normalizado os valores para saber se 1,24E+10 MJ de PE são mais nocivos que 1.347,41 kg SO₂eq de AP. Esta normalização é realizada no BSA, assim como a inserção de pesos para a ponderação.

O maior impacte foi no módulo de operação [B2-B6], com exceção do impacte EP. A maior representação percentual de impacte no módulo de manufatura do produto [A1-A3] e no módulo de benefícios e 3R's [D] para construção é a atuação do ODP, enquanto para o módulo processo de construção [A4] e fim-de-vida o [C2-C4] o impacte EP, e, por fim o módulo [B2-B6] – operação o impacte PE.

Por outro lado, o menor impacte foi no módulo de Benefícios e 3 R's - Reusar, Recuperar e Reciclar [D], com exceção do impacte ODP.

Tabela 7 - Resultado por módulo Tally

	Manufatura do produto para construção [A1-A3]	Processo de construção [A4]	Operação [B2-B6]	Fim-de-vida [C2-C4]	Benefícios e 3 R's - Reusar, Recuperar e Reciclar [D]	TOTAL
GWP (kg CO ₂ eq)	85 932,00	2 754,00	510 450,00	5 878,00	-8 002,00	597 012,00
AP (kg SO ₂ eq)	232,50	17,83	1 086,00	30,18	-19,10	1 347,41
EP (kg Neq)	14,22	1,17	117,70	4 390,00	-0,63	5 690,29
SMOG (kg O ₃ eq)	3 681,00	503,40	17 253,00	475,30	-203	21 709,70
ODP (kg CFC-11eq)	3,03E-01	9,35E-08	2,57E-01	1,22E-04	4,92E-02	0,61
PE (MJ)	1 245 508,00	39 922,00	1,24E+10	86 003,00	-76,82	1,24E+10
NRE (MJ)	1 137 493,00	39 010,00	6 470 535,00	80 421,00	-75,68	7 651 782,00
RE (MJ)	107 580,00	916,70	5 904 501,00	5 683,00	-1 176,00	6 017 505,00

Tabela 8 - Resultado por módulo Tally / m²

	Manufatura do produto para construção [A1-A3]	Processo de construção [A4]	Operação [B2-B6]	Fim-de-vida [C2-C4]	Benefícios e 3 R's - Reusar, Recuperar e Reciclar [D]	TOTAL
GWP (kg CO ₂ eq/ m ²)	627,20	20,10	3.726,00	42,91	-58,40	4 357,75
AP (kg SO ₂ eq/ m ²)	1 697,00	0,13	7,93	0,22	-0,14	9,83
EP (kg Neq/ m ²)	0,10	0,01	0,86	0,03	-0,005	41,53
SMOG (kg O ₃ eq/ m ²)	26,87	3,68	125,90	3,47	-1,48	158,46
ODP (kg CFC-11eq/ m ²)	2,00E-06	6,82E-013	1,87E-06	8,91E-010	3,59E-07	0,0044
PE (MJ/ m ²)	9.091	291,4	90 324	627,80	-561	90 301 420,50
NRE (MJ/ m ²)	8.303	284,70	47 230,00	587,00	-552,00	55 852,42
RE (MJ/ m ²)	785,30	6,69	43 099,00	41,48	-8,59	43 923,39

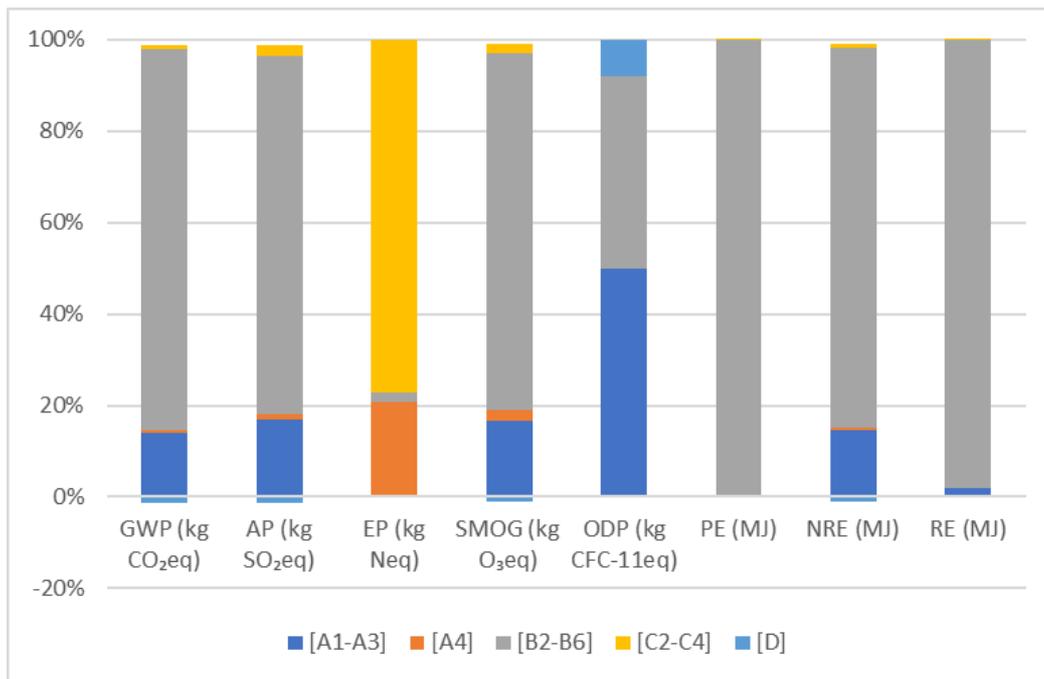
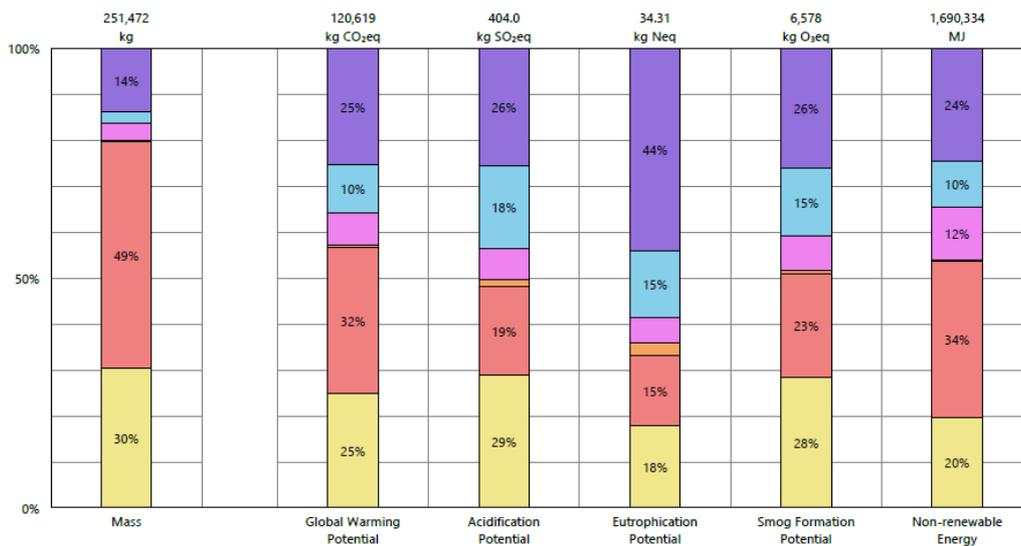


Figura 49 - Gráfico Resultados Tally por módulo

O gráfico da Figura 50 classifica os resultados por elementos construtivos em porcentagem. É ilustrado que a alvenaria teve uma abrangência de 49%-15% e foi o elemento construtivo com maior massa, GWP e NRE, enquanto o betão apresenta maior AP e SMOG, enquanto que o acabamento final apresenta maior EP.

O betão teve uma abrangência de 30%-18% nos impactes, foi o maior impacte nas categorias AP e SMOG. O acabamento final teve uma abrangência de 44%-14%, e o maior impacte de EP. Estes elementos sempre se revezaram entre os três maiores impactes em todas as categorias. Os vidros e aberturas tiveram impactes entre 18%-10%. A proteção térmica e misturas apresentou 12% no impacte NRE, aos quais se somam a madeira, plástico e compósitos, não obtendo percentuais maiores ou iguais que 10% nas outras categorias.

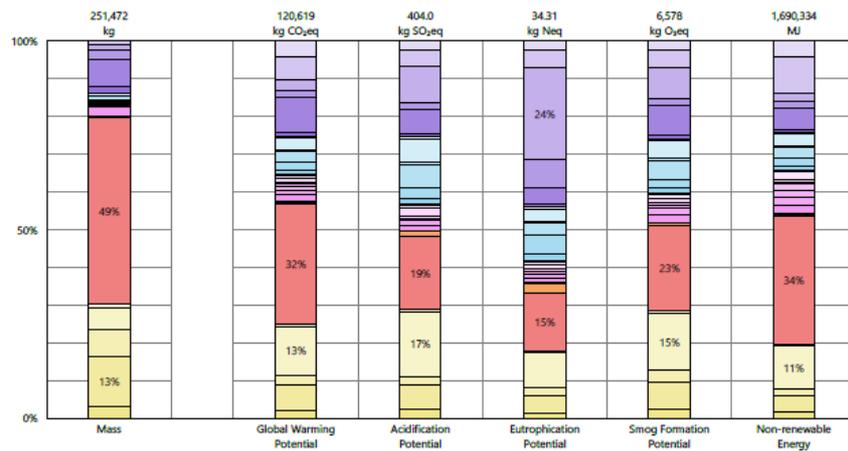


Legend

- Divisions
- 03 - Concrete
 - 04 - Masonry
 - 06 - Wood/Plastics/Composites
 - 07 - Thermal and Moisture Protection
 - 08 - Openings and Glazing
 - 09 - Finishes

Figura 50 - Gráfico Resultados Tally por elemento construtivo

O gráfico da Figura 51 classifica os resultados por informação de *input* associada ao *Tally*, de forma a discernir e detalhar as informações das categorias de materiais da Figura 50. Assim se ilustra a importância do *input* correto e estruturado por tipos, famílias e objetos no BIM, para uma adequada avaliação dos parâmetros. A análise repete-se quanto à alvenaria, betão, vidros e aberturas.



Legend

- 03 - Concrete**
 - Cast-in-place concrete, lightweight structural concrete, 3001-4000 psi
 - Cast-in-place concrete, structural concrete, 4001-5000 psi
 - Precast concrete paver
 - Precast concrete structural panel, glass fiber-reinforced concrete
 - Stair, cast-in-place concrete
- 04 - Masonry**
 - Brick
- 06 - Wood/Plastics/Composites**
 - Oriented strandboard (OSB)
- 07 - Thermal and Moisture Protection**
 - Asphalt felt sheet
 - Built up asphalt roofing
 - Clay roofing tile
 - EPDM, roofing membrane
 - Expanded polystyrene (EPS), board
 - Extruded polystyrene (XPS), board
 - Glass-fiber, blanket
 - Mineral wool, board, generic
 - Self-adhering sheet waterproofing, modified bituminous sheet
- 08 - Openings and Glazing**
 - Aluminum mullion, inclusive of finish
 - Door frame, wood
 - Door, exterior, steel
 - Glazing, triple pane IGU
 - Post or guard rail, laminated glass
 - Spandrel, glass, insulated
 - Window frame, wood
- 09 - Finishes**
 - Ceramic tile
 - Portland cement stucco
 - Wall board, gypsum
 - Wall covering, cork
 - Wall covering, rigid sheet wall protection
 - Wall covering, textile

Figura 51 - Gráfico Resultados Tally por informação associada ao Tally

Na mesma linha, o gráfico da Figura 52 classifica os resultados por família do *Autodesk Revit*. Em percentual, é ilustrado que nas famílias do *Autodesk Revit* o maior impacto ambiental foram as paredes exteriores em todas as categorias analisadas (pois são maioritariamente constituídas por tijolo, que foi o material que obteve a maior massa e impactes nas categorias GWP e NRE), com percentuais de abrangência entre 50%-25%. A família referente ao telhado apresentou a segunda posição em todas as categorias. Isto mostra a tendência que, percentualmente, os maiores impactes estarem na envolvente externa do edifício. No impacto EP as paredes internas apresentaram 10% e o teto falso 24%. As outras famílias não obtiveram percentuais maiores ou iguais que 10% nos outros impactes.

O Anexo V apresenta o relatório completo de resultados do *Tally* e uma folha de cálculo dos quantitativos detalhados dos números obtidos por categoria.

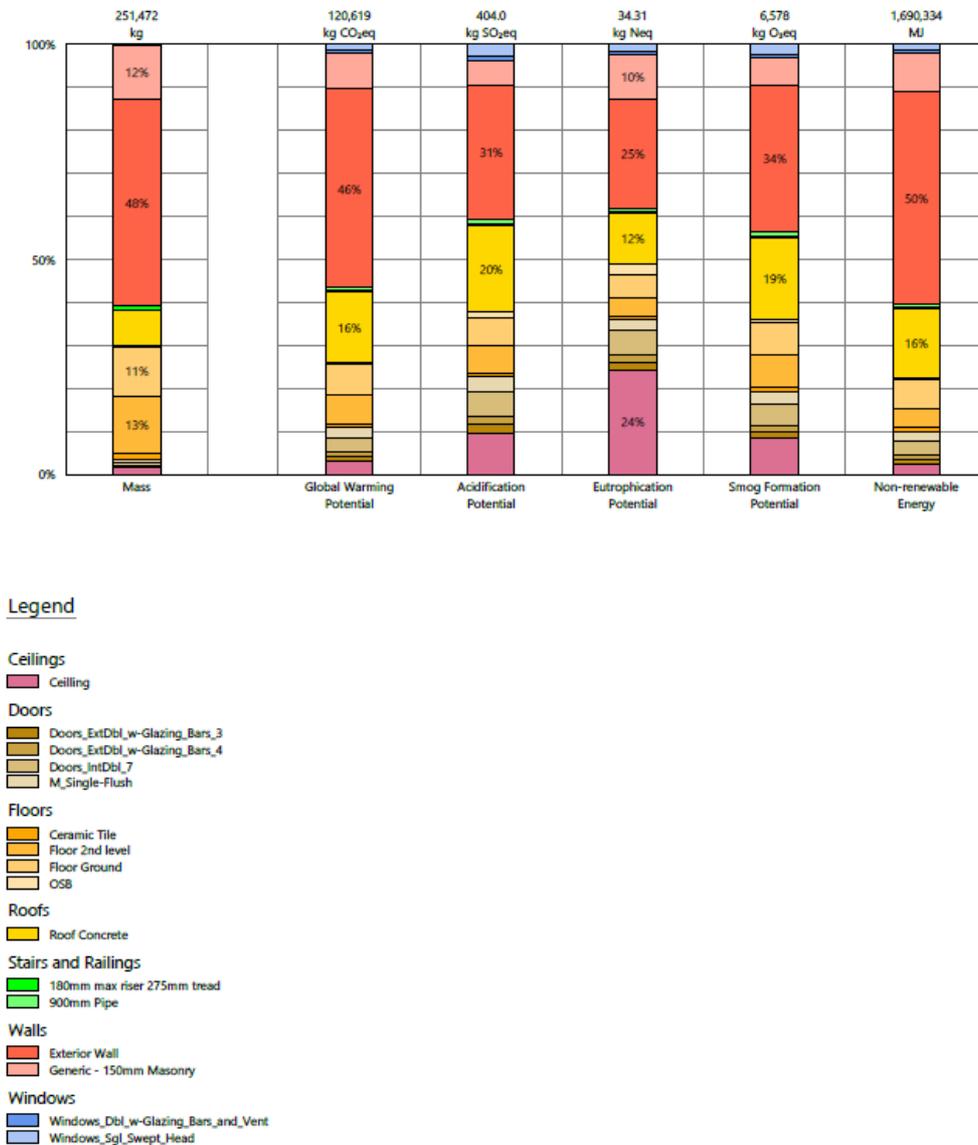


Figura 52 - Gráfico Resultados Tally por família do Revit

Tal como esperado, o *Tally* revelou que o módulo de maior impacte corresponde à de utilização e operação do edifício, visto que esta apresenta a maior duração temporal e está interligada com o consumo energético. Por outro lado, mostra que o módulo de menor impacte corresponde aos Benefícios e 3 R's - Reusar, Recuperar e Reciclar.

6. RELAÇÃO COM O SBTOOLPT-H

6.1 O Processo do parâmetro P1 SBToolPT-H

A avaliação do SBTool^{PT}-H foca em edificações residenciais portuguesas e, com o intuito de melhorar o desempenho do edifício ao longo do seu ciclo, o parâmetro (P1) SBToolPT-H: *Valor agregado das categorias de impacte ambiental de ciclo de vida de área útil de pavimento e por ano*, promove e premia a utilização de materiais que apresentem baixo impacte sobre o meio ambiente.

O processo é primeiramente avaliado de uma forma quantitativa e depois ponderado de uma forma qualitativa. Ao obter a quantificação dos impactes por metro quadrado, é possível quantificar as categorias de impacte ambiental nas soluções de referência para a melhor prática e prática convencional (*Benchmarks*):

- A prática convencional são os impactes totais no ciclo de vida do edifício associados às soluções de suporte e revestimentos convencionais. Corresponde ao somatório de todas os impactes das soluções construtivas;
- A melhor prática é correspondente a 25% do valor acima dos impactes totais no ciclo de vida do edifício associados às soluções de suporte e revestimentos.

Em seguida, para iniciar a normalização e agregação num único valor é necessário normalizar (\bar{P}_i) as diversas unidades num único padrão. Através da divisão entre a diferença da solução em estudo (P_i) pela prática convencional (P_{*i}) no numerador e, no quociente, a melhor prática (P_i^*) pela prática convencional (P_{*i}), tal como apresentado na Equação 1.

$$\bar{P}_i = \frac{P_i - P_{*i}}{P_i^* - P_{*i}} \quad (1)$$

O somatório deste valor normalizado - o desempenho ambiental da solução ($\sum \bar{P}_{LCA}$) - ainda é convertido para uma escala qualitativa. A mudança para uma escala qualitativa é justificável por questões de padronização e facilidade no entendimento e comparação dos resultados. A amplitude desta graduação no SBTool^{PT}-H é pelos níveis A+(100%), A (99%-70%), B (69%-40%), C (39%-10%), D (9%-1%) e E (0%). Assim, o A+ é o mais sustentável, o E o menos sustentável e o D corresponde à prática convencional.

6.2 Aplicação no estudo de caso

Para relacionar os resultados obtidos anteriormente com o parâmetro (P1) SBTool^{PT}-H: *Valor agregado das categorias de impacto ambiental de ciclo de vida de área útil de pavimento e por ano*, basta listar e identificar os valores resultantes do LCA do Tally por categorias e famílias do Autodesk Revit, de forma a obter especificamente o impacto associado ao pavimento e à envolvente externa, assim com as respetivas áreas. São considerados oito tipos de potenciais impactos: Aquecimento Global (*Global Warming Potential – GWP*), Acidificação (*Acidification Potential – AP*), Eutrofização (*Eutrophication Potential – EP*), Criação de ozônio fotoquímico (*Photochemical Ozone Creation - POCP*), Depleção do Ozônio (*Ozone Depletion Potential – ODP*), Combustível Fóssil (*Fossil Fuel Depletion Potential - FFDP*). Após correlacionar estes valores, seguiu-se as orientações da folha de cálculo do SBTool^{PT}-H. A Tabela 8 ilustra o preenchimento destes dados para obter a quantificação das categorias de impacto ambiental, incorporados nos materiais utilizados na solução de suporte e revestimentos.

Tabela 9 - Impactes incorporados nos materiais utilizados na solução de suporte e revestimentos

		Tipo de solução	Área (m ²) volume ou massa	Quantificação das categorias de impacto ambiental (por m ² de cada tipo de solução construtiva)							Quantificação das categorias de impacto ambiental						
				GWP (kgCO ₂)	ODP (kgCFC-11)	AP (kgSO ₂)	POCP (kgC ₂ H ₄)	EP (kgPO ₄)	FFDP (MJ)	GWP (kgCO ₂)	ODP (kgCFC-11)	AP (kgSO ₂)	POCP (kgC ₂ H ₄)	EP (kgPO ₄)	FFDP (MJ)		
Paredes Exterior	1	Parede dupla de tijolo de 15 cm e 11 cm com 2 cm de li de pedra entre elas, acabamento externo de 4 cm de ETICS, interno de impermeabilizante e 1,5 cm de estuque	89.17	5.56E+04	8.67E-05	3.92E-01	2.25E+03	8.74E+00	4.74E+04	4.98E+06	7.73E-03	3.50E+01	2.01E+05	7.79E+02	4.22E+06		
	2	Parede dupla de tijolo de 15 cm e 11 cm com 2 cm de li de pedra entre elas, acabamento externo de 4 cm de ETICS, interno de impermeabilizante e 1,5 cm de estuque	89.17	6.65E+01	5.69E-06	1.92E-01	1.52E-02	3.03E-02	8.20E+02	5.93E+03	5.07E-04	1.71E+01	1.36E+00	2.70E+00	7.31E+04		
Coberturas	1	Cobertura inclinada com vigas de betão pré-moldado, membrana asfáltica com feltro e telha cerâmica	101.01	1.46E+02	1.01E-05	1.95E+04	1.24E+03	8.06E+01	1.27E+04	1.47E+04	1.02E-03	1.97E+06	1.25E+05	8.15E+03	1.28E+06		
	2	Cobertura Betão pré-moldado de 21 cm com acabamento de 1,2 cm de madeira OSB ou azulejo cerâmico	67.94	7.90E+03	-6.18E-06	2.55E+01	2.37E+00	1.56E+00	5.50E+03	5.37E+05	-4.20E-04	1.73E+03	1.61E+02	1.06E+02	3.74E+05		
	Revest	Tecto falso (Cortiza)	139.88	3.75E+03	7.59E-10	1.09E-03	5.58E+02	8.34E+00	6.49E+04	5.24E+05	1.06E-07	1.52E-01	7.78E+04	1.17E+03	9.08E+06		
		Mosaico cerâmico	131.37	1.20E+03	1.53E-07	3.21E+00	7.08E+01	2.17E-01	1.10E+03	1.57E+05	2.01E-05	4.21E+02	9.30E+03	2.85E+01	1.45E+05		
		Madeira OSB	43.69	5.87E+02	4.63E-07	5.52E+00	4.83E+01	8.85E-01	7.99E+03	2.58E+04	2.02E-05	2.41E+02	2.11E+03	3.86E+01	3.49E+05		
Impactes totais no ciclo de vida do edifício associado às soluções de suporte e revestimentos				6.23E+06	8.88E-03	1.97E+06	4.15E+05	1.03E+04	1.55E+07								

A Tabela 9 apresenta os impactes incorporados nos materiais utilizados na solução de suporte e revestimentos convencionais, bem como os *benchmarks* do estudo: a prática convencional e a melhor prática. Por se tratar de uma metodologia adaptada à realidade portuguesa e condizente com os critérios adaptados para este trabalho, algumas circunstâncias foram adotadas:

- A solução construtiva de suporte de referência é a parede dupla de alvenaria de tijolo furado (11+15 cm), com caixa de ar parcialmente preenchida com poliestireno

expandido extrudido (4 cm) e rebocada de ambos os lados com argamassa de cimento (1,5 cm);

- Considera-se que os pavimentos são pintados com duas demãos de tinta plástica;
- A solução construtiva de suporte de referência é a laje aligeirada de vigotas pré-esforçadas e blocos cerâmicos de cofragem, com camada de regularização e argamassa de cimento com espessura média de 5cm;
- Considera-se que o revestimento da cobertura é constituído por telhas cerâmicas do tipo "Lusa".

Tabela 10 - Impactes incorporados nos materiais utilizados na solução de suporte e revestimentos convencionais

B1	Tipo de solução	Área (m ²)	Quantificação das categorias de impacto ambiental (por m ² de cada tipo de solução construtiva)						Quantificação das categorias de impacto ambiental					
			GWP (kgCO ₂)	ODP (kgCFC-11)	AP (kgSO ₂)	POCP (kgC ₂ H ₄)	EP (kgPO ₄)	FFDP (MJ)	GWP (kgCO ₂)	ODP (kgCFC-11)	AP (kgSO ₂)	POCP (kgC ₂ H ₄)	EP (kgPO ₄)	FFDP (MJ)
B1.1	Paredes exteriores *	178.33	5.57E+04	9.24E-05	5.84E-01	2.25E+03	8.77E+00	4.82E+04	9.94E+06	1.65E-02	1.04E+02	4.02E+05	1.58E+03	8.60E+06
B1.2	Coberturas °	168.95	8.04E+03	3.92E-06	1.95E+04	1.24E+03	8.22E+01	1.82E+04	1.36E+06	6.62E-04	3.29E+06	2.10E+05	1.39E+04	3.08E+06
	Coberturas-Revestimentos *	314.94	5.53E+03	6.16E-07	8.73E+00	6.75E+02	9.45E+00	7.40E+04	1.74E+06	1.94E-04	2.75E+03	2.13E+05	2.97E+03	2.33E+07
B2	Impactes totais no ciclo de vida do edifício associado às soluções de suporte e revestimentos convencionais								1.13E+07	1.71E-02	3.29E+06	6.11E+05	1.55E+04	1.17E+07

Tabela A.3.B: Impactes de ciclo de vida correspondentes à melhor prática

B2	Impactes totais no ciclo de vida do edifício associado às soluções de suporte e revestimentos correspondentes à melhor prática	2.82E+06	4.29E-03	8.23E+05	1.53E+05	3.86E+03	2.92E+06
----	---	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

* A solução construtiva de suporte de referência é a parede dupla de alvenariade tijolo furado (11+15cm), com caixa de ar parcialmente preenchida com poliestireno expandido extrudido (4cm) e rebocada de ambos os lados com argamassa de cimento (1,5cm)

• Considera-se que os pavimentos são pintados com duas demãos de tinta plástica

° A solução construtiva de suporte de referência é a laje aligeirada de vigotas pré-esforçadas e blocos cerâmicos de cofragem, com camada de regularização com argamassa de cimento com espessura média de 5cm

* Considera-se que o revestimento da cobertura é constituído por telhas cerâmicas do tipo "Lusa"

Estes valores são submetidos à equação 1 e através de um sistema de ponderação de pesos é obtida uma avaliação única para o parâmetro. A Tabela 10 ilustra este processo para a determinação destes valores.

Tabela 11 - Normalização e avaliação do desempenho ambiental global da solução em avaliação

Categorias de impacto ambientais	Impactes de ciclo de vida (por m ² de área útil de pavimento e ano)				Peso da categoria de impacto ambiental (%) [B]	Valor ponderado = [A]x[B]
	Melhor prática [Pi*] = (P1.23)	Prática convencional [Pi*] = (P1.22)	Solução em estudo [Pi] = (P1.14)	Valor normalizado ¹ [A]		
GWP (KgCO ₂)	2.82E+06	1.13E+07	6.23E+06	0.60	40.7	0.244
ODP (kgCFC-11)	4.29E-03	1.71E-02	8.88E-03	0.64	8.4	0.054
AP (KgSO ₂)	8.23E+05	3.29E+06	1.97E+06	0.54	13.6	0.073
POCP (kg.C ₂ H ₄)	1.53E+05	6.11E+05	4.15E+05	0.43	10.1	0.043
EP (kg PO ₄)	3.86E+03	1.55E+04	1.03E+04	0.45	13.6	0.061
FFDP (MJ)	2.92E+06	1.17E+07	1.55E+07	-0.44	13.6	-0.060
Σ = Desempenho ambiental da solução (\overline{P}_{LCA})						0.415

O desempenho encontrado para as soluções adotadas foi de 0,41, correspondente ao nível B, conforme se apresenta na Tabela 11, ficando acima da prática convencional. Como a Tabela 10 ilustra, o valor normativo que mais contribuiu (positivamente) para o desempenho encontrado foi o ODP. Contudo, após ponderação de cada categoria de impacto da avaliação, o impacto GWP mostrou-se como o mais positivo para o valor do desempenho total alcançado. Por outro lado, o impacto que mais contribuiu negativamente para o resultado foi o FFDP e POCP.

Tabela 12 - Avaliação P1

Nível	Condições	Por favor assinale o nível atingido (X)
A ⁺	$\overline{P}_{LCA} > 1,00$	
A	$0,70 < \overline{P}_{LCA} \leq 1,00$	
B	$0,40 < \overline{P}_{LCA} \leq 0,70$	X
C	$0,10 < \overline{P}_{LCA} \leq 0,40$	
D	$0,00 \leq \overline{P}_{LCA} \leq 0,10$	
E	$\overline{P}_{LCA} < 0,00$	

7. CONCLUSÃO

Este trabalho ilustra diversos processos de um projeto onde se explora o potencial do Building Information Modeling (BIM) para a realização de uma Análise de Ciclo de Vida (Life-Cycle Assessment, LCA), bem como a sua aplicação com o objetivo de complementar a avaliação da sustentabilidade de edifícios (Building Sustainability Assessment, BSA). Apesar de alguns estudos já abordarem a realização de análises LCA com BIM, os seus resultados não são frequentemente utilizados para a avaliação de metodologias BSA, nem utilizados em contexto português.

O trabalho apresenta uma elaborada visualização do tema abordado através do estado da arte atual do LCA, BSA e BIM e a respetiva relação entre eles, com as tendências mais atuais de um LCA o mais paramétrico possível.

Para melhor abordar este tema foi necessário explicar e categorizar os impactos ambientais e a importância da sustentabilidade para a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Assim, foi possível ilustrar a importância dos dados do LCA para o projeto do edifício, esclarecer as configurações normativas do LCA ao conceituar fases, módulos e os passos para obter os impactos ambientais através da lista de atividades. Recomendações para a realização de uma simulação energética, a adaptação do inventário data-base e os métodos de cálculo são também importantes para a fiabilidade dos resultados.

Através da utilização do BIM, mostra-se o desafio de como lidar e usar da melhor maneira possível a imensa informação obtida e disponível do edifício. A parametrização mostra a necessidade de seguir uma padronização para a colaboração, gestão e visualização do projeto. O uso de ferramentas auxiliares de gestão do processo construtivo BIM (*Integrated Project Delivery, Lean Construction, Off-Site Construction, Design for Manufacturing and Assembly* entre outras) beneficiam a eficiência da construção no campo, bem como uma deteção precoce de incompatibilidades de projeto. Face à uma visão holística do projeto, o LCA é beneficiado por melhor controlo no *input* do projeto, gestão e controlo na operação, beneficiando reabilitações mais precisas e eficazes, além de um melhor aproveitamento do desmantelamento da construção.

De maneira a realizar um caso de estudo abordando a relação do BIM com LCA e BSA, um edifício representativo do parque construtivo português foi modelado, em diferentes

disciplinas. A utilização potencial do BIM, passou pela agregação de informação e modelação paramétrica do edifício e posteriormente exportação para realização do LCA. Por fim, os resultados do LCA foram relacionados com a metodologia de avaliação da sustentabilidade (BSA) SBTTool^{PT}-H. De forma a alcançar estes resultados, diversos programas distintos foram utilizados ao longo do processo.

Através da plataforma *Autodesk Revit* foi possível chegar aos desenhos de todas as disciplinas, levantamento de quantitativo e exportar para outras ferramentas em vários formatos. Este ambiente permite modelar, visualizar, analisar, colaborar e gerir informações e apresenta uma variedade muito grande de exportações e *Application Programming Interface* (API). O desenvolvimento de API pode suprir algumas deficiências tais como a falta de dimensionamentos específicos, as limitadas opções de sistemas HVAC ou a consideração de renovações de ar diferentes para o Inverno e Verão. Após a exportação para o *Green Building Studio* (GBS) foi possível realizar a simulação energética do prédio, para posterior utilização no LCA. No entanto, é de referir que o GBS não efetua a simulação de acordo com o regulamento português, mas permite ter uma noção do desempenho das soluções aplicadas e das necessidades anuais. Seguidamente, com o *Autodesk Navisworks* foi possível verificar a compatibilidade do modelo - *clash detection*. O *Autodesk Navisworks* apresentou um bom desempenho na função de agregador de informações. Aos materiais do modelo BIM, serão atribuídos os custos referidos pelo Gerador de Preços do *Cype*, através do plug-in do *Cype*, representativos dos preços praticados na região em análise. Com estas informações, foi possível a utilização do *Tally* para realização do LCA, através do plugin do *Autodesk Revit*. A partir daí, foram obtidos os impactes ambientais ao longo do ciclo da vida do edifício. Verificou-se que o módulo de operação foi o de maior impacte e os materiais da envolvente externa (alvenaria, betão e acabamentos) sempre se revezaram entre os três maiores impactes em todas as categorias. Enquanto, o módulo de menor impacte correspondeu aos Benefícios e 3 R's - Reusar, Recuperar e Reciclar.

O *Tally* apresentou uma boa capacidade de interoperabilidade, interface apelativa, rapidez de análise e uma diversa possibilidade de localizações para o edifício. Como desvantagens, destaca-se o retrabalho de reinserção das informações de características dos materiais no *plug-in*, onde existem padrões de informações estruturadas seguidos pelo programa invés de

reconhecer o *Level Of Development* (LOD) do modelo. Mesmo assim, continua a apresentar uma boa vantagem em comparação ao método manual, dada a sua eficiência.

Por fim, foi feita a avaliação do parâmetro P1 do SBTool^{PT}-H através das informações obtidas anteriormente, obtendo um desempenho ambiental da solução de 41,5%, correspondente ao nível “B”, o que significa que o edifício atende entre 40 e 70% dos requisitos. Em valores normativos e ponderados, o menor impacto encontrado foi o ODP (*Ozone Depletion Potential*) e o GWP (*Global Warming Potential*), respetivamente, enquanto os maiores impactos foram o FFDP e POCP.

A utilização do SBTool^{PT}-H facilita, normaliza e nivela os resultados do LCA, de forma a possibilitar comparações e padronizações. O uso do BIM automatiza o processo. A relação LCA-BSA, mostrou-se assim extremamente valiosa para uma interpretação mais adequada e fácil dos dados, bem como a eliminação/diminuição de retrabalho.

Mais uma vez, destaca-se a importância de inserção de informação para que o BIM possa entregar os benefícios prometidos. A parametrização das instâncias e famílias resulta em documentação e informação para diversas análises ao longo do edifício e, uma falta de parametrização, pode gerar análises incompletas ou inconsistentes. A rapidez, a fiabilidade, o suporte à tomada de decisão, a interoperabilidade entre os programas e transferência de informação reforçam os benefícios. O excesso de informação, alto custo de implementação, necessidade de treinamento de profissionais e análises que não estão de acordo com o regulamento português impactam negativamente para a metodologia BIM.

No que diz respeito à relação entre LCA e BSA verificou-se que o LCA interfere diretamente no BSA, sendo que este deveria fazer parte do processo da avaliação da sustentabilidade. No caso do SBTool^{PT}-H, o LCA também fornece uma análise *cradle-to-grave*, permitindo uma visão mais abrangente do que a atual, que se foca apenas na fase do produto. No projeto de um edifício sustentável, esta relação permite que os projetistas tomem decisões mais suportadas e poupem tempo e outros recursos em todo o processo. Assim, os critérios da BSA relacionados com a LCA podem incluir mais fases do ciclo de vida, dados mais completos e detalhados, promovendo a fiabilidade dos métodos BSA.

O principal entrave nesta relação são as bases de dados, que são diferentes entre os métodos BSA e as ferramentas LCA. Com a utilização de bases de dados semelhantes, o processo de avaliação pode ser executado de forma mais tranquila e fornecer resultados mais diretos e

comparáveis. No entanto, estas bases de dados devem ser orientadas para a região, de acordo com o âmbito da localização da BSA. A comparação entre os resultados do SBTTool^{PT}-H e do *Tally* não tem um caminho comum para comparações, pois o foco do SBTTool^{PT}-H é apenas na fase do produto, além das diferenças nas bases de dados de impactos ambientais. Adicionalmente, a futura possibilidade das bases de dados permitirem o reconhecimento automático de materiais, para atribuir e calcular os impactos ambientais, seria também uma melhoria importante, uma vez que, neste momento, esta atribuição é ainda um processo manual que requer tempo e retrabalho manual. A integração da LCA e da BSA e a sua avaliação com o BIM podem potenciar a utilização destes instrumentos de sustentabilidade. Cria-se a oportunidade de otimizar o processo de avaliação, de tomar decisões com mais dados de apoio e de simplificar a interpretação dos resultados. Juntos podem melhorar eficazmente a sustentabilidade do ambiente construído, considerando os padrões e tendências locais. A capacidade de armazenamento multidisciplinar de dados do BIM e as suas capacidades de interoperabilidade também permitem a recolha e transferência de dados para outras análises de sustentabilidade.

Para trabalhos futuros sugere-se o uso de uma informação estruturada e clara no desenvolvimento inicial de parâmetros, por exemplo através da Norma *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie) e do desenvolvimento de *scripts* para facilitar a troca de informações. Assim, as informações do material são uniformizadas e facilmente otimizadas numa folha de cálculo para facilitar a validação de resultados. Sugere-se também a adaptação do caso de estudo para a realidade de outros países e outros métodos BSA, como no Reino Unido com a BREEAM e nos Estados Unidos da América com a LEED. Por fim, recomenda-se a utilização de outras ferramentas BIM para o LCA e simulação energética, de forma a comparar resultados e a que estes estejam de acordo com as regulamentações em vigor.

PUBLICAÇÕES

Esta dissertação já colheu alguns frutos através da publicação de artigos, nomeadamente:

Título: Integrating BIM-Based LCA and Building Sustainability Assessment

Autores: José Pedro Carvalho, Ismael Alecrim, Luís Bragança e Ricardo Mateus

Revista: Sustainability 2020, 12(18), 7468

DOI: <https://doi.org/10.3390/su12187468>

Título: Using BIM for Assessing Buildings Life Cycle Impacts

Autores: Ismael Alecrim, José Pedro Carvalho, Luís Bragança e Ricardo Mateus

Revista: SBE: urban planning, global problems, local policies - IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 503 (2020) 012005

DOI: <http://doi.org/10.1088/1755-1315/503/1/012005>

BIBLIOGRAFIA

- [1] “Factsheet: The revised EPBD (May, 2018).” [Online]. Available: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/buildings_performance_fact_sheet.pdf. [Accessed: 11-Feb-2019].
- [2] F. Wehringer, M. Scherberich, J. Groezinger, T. Boermans, A. John, and J. Seehusen, “Overview of Member States information on NZEBs - Working version of the progress report - final report,” *Ecofys*, 2014.
- [3] European Environment Agency., *Trends and projections in Europe : tracking progress towards Europe’s climate and energy targets*. .
- [4] J. Parente, M. Amraoui, I. Menezes, and M. G. Pereira, “Drought in Portugal: Current regime, comparison of indices and impacts on extreme wildfires,” *Sci. Total Environ.*, vol. 685, pp. 150–173, Oct. 2019.
- [5] M. J. Modesto Gonzalez Pereira, L. F. Sanches Fernandes, E. M. Barros Macário, S. M. Gaspar, and J. G. Pinto, “Climate Change Impacts in the Design of Drainage Systems: Case Study of Portugal,” *J. Irrig. Drain. Eng.*, vol. 141, no. 2, p. 05014009, 2014.
- [6] L. M. Forbes and S. M. Ahmed, *Modern Construction Handbook*. 2013.
- [7] Parlamento Europeu and Concelho da União Europeia, “Directiva 2014/52/UE,” *J. Of. da União Eur.*, vol. 2014, pp. 1–18, 2014.
- [8] M. Miedzinski *et al.*, “Assessing Environmental Impacts of Research and Innovation Policy,” *Study Eur. Comm. Dir. Res. Innov. Brussels*, 2013.
- [9] ISO 21929-1, “ISO 21929-1 - Sustainability in building construction - Sustainability indicators - indicators and a core set of indicators for buildings,” *Int. Stand.*, 2011.
- [10] Council Environmental Quality, “Considering Cumulative Effects under NEPA,” vol. 53, pp. 1689–1699, 1997.
- [11] U. Nations, “REPORT OF THE WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT: Our Common Future,” *Brundt. Comm.*, 1987.
- [12] O. US EPA, “Learn About Sustainability.”
- [13] Statistical Office of the European Communities., *Sustainable development in the European Union : a statistical glance from the viewpoint of the UN Sustainable*

Development Goals. .

- [14] O. do T. e E. Ministério do Ambiente, “Despacho 15793 de 3 de dezembro de 2013,” *Diário da República, 2.ª série*, no. 26, pp. 35088-(9)-35088-(104), 2013.
- [15] “EuroStat Generation of Waste by Waste Category, Hazardousness and NACE Rev 2 Activity.” [Online]. Available: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?query=BOOKMARK_DS-063379_QID_1016788C_UID_-3F171EB0&layout=TIME,C,X,0;GEO,L,Y,0;UNIT,L,Z,0;HAZARD,C,Z,1;NACE_R2,L,Z,2;WASTE,L,Z,3;INDICATORS,C,Z,4;&zSelection=DS-063379INDICATORS,OBS_FLAG;DS-063379WASTE,TOTA. [Accessed: 21-Feb-2019].
- [16] C. J. Kibert, “Establishing Principles and a Model for Sustainable Construction,” *Proc. First Int. Conf. CIB TG 16 Sustain. Constr.*, no. Table I, pp. 3–12, 1994.
- [17] R. C. Hill and P. A. Bowen, “Sustainable construction: principles and a framework for attainment,” *Constr. Manag. Econ.*, vol. 15, no. 3, pp. 223–239, May 1997.
- [18] J. Marvin and K. Weetman, “Strategy for sustainable construction,” *Build. Eng.*, vol. 83, no. 10, p. 12, 2008.
- [19] L. Bragança, R. Mateus, H. Koukkari, L. Bragança, R. Mateus, and H. Koukkari, “Building Sustainability Assessment,” *Sustainability*, vol. 2, no. 7, pp. 2010–2023, Jul. 2010.
- [20] AIA, “Integrated Project Delivery : A Guide,” *Integr. Proj. Deliv. A Guid.*, p. 18, 2007.
- [21] E. Krygiel and B. Nies, *Green BIM: Successful Sustainable Design [M]*, vol. 4. 2008.
- [22] R. Mateus and L. Bragança, “Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBToolPT–H,” *Build. Environ.*, vol. 46, no. 10, pp. 1962–1971, Oct. 2011.
- [23] P. Watson, Phillipa; Jones, Delwyn; Mitchell, “Redefining Life Cycle for a Building,” 2005.
- [24] S. Maltese, L. C. Tagliabue, F. R. Cecconi, D. Pasini, M. Manfren, and A. L. C. Ciribini, “Sustainability Assessment through Green BIM for Environmental, Social and Economic Efficiency,” *Procedia Eng.*, vol. 180, pp. 520–530, 2017.
- [25] C. Díaz López, M. Carpio, M. Martín-Morales, and M. Zamorano, “A comparative analysis of sustainable building assessment methods,” *Sustain. Cities Soc.*, vol. 49, p. 101611, Aug. 2019.
- [26] “BREEAM - How BREEAM Certification Works.” [Online]. Available:

- <https://www.breeam.com/discover/how-breeam-certification-works/>. [Accessed: 02-Oct-2019].
- [27] E. Bernardi, S. Carlucci, C. Cornaro, and R. A. Bohne, "An analysis of the most adopted rating systems for assessing the environmental impact of buildings," *Sustain.*, vol. 9, no. 7, pp. 1–27, 2017.
- [28] P. M. Esch *et al.*, "For Public Use and Display LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System," *Qual. Assur. J.*, vol. 13, no. 3–4, pp. 41–56, 2010.
- [29] "BREEAM: What is BREEAM?" [Online]. Available: <https://web.archive.org/web/20150923194348/http://www.breeam.org/about.jsp?id=66>. [Accessed: 06-Mar-2019].
- [30] "SBTool | International Initiative for a Sustainable Built Environment." [Online]. Available: <http://www.iisbe.org/sbmethod>. [Accessed: 01-Oct-2019].
- [31] M. de F. Castro, R. Mateus, and L. Bragança, "Development of a healthcare building sustainability assessment method – Proposed structure and system of weights for the Portuguese context," *J. Clean. Prod.*, vol. 148, pp. 555–570, Apr. 2017.
- [32] J. Ferreira and M. Duarte Pinheiro, "Comparação das ferramentas nacionais de avaliação da sustentabilidade na construção com o BREEAM e o LEED-uma perspetiva energética."
- [33] "SBTool | International Initiative for a Sustainable Built Environment." [Online]. Available: <http://www.iisbe.org/sbmethod>. [Accessed: 06-Mar-2019].
- [34] M. Buyle, W. Galle, W. Debacker, and A. Audenaert, "Sustainability assessment of circular building alternatives: Consequential LCA and LCC for internal wall assemblies as a case study in a Belgian context," *J. Clean. Prod.*, vol. 218, pp. 141–156, May 2019.
- [35] R. G. Hunt, W. E. Franklin, and R. G. Hunt, "LCA — How it came about," *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 1, no. 1, pp. 4–7, Mar. 1996.
- [36] J. B. Guinée *et al.*, "Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future," *Environ. Sci. Technol.*, vol. 45, no. 1, pp. 90–96, Jan. 2011.
- [37] C. K. Chau, T. M. Leung, and W. Y. Ng, "A review on Life Cycle Assessment, Life Cycle Energy Assessment and Life Cycle Carbon Emissions Assessment on buildings," *Appl. Energy*, vol. 143, pp. 395–413, Apr. 2015.
- [38] EeBGuide Project, "Operational Guidance for Life Cycle Assessment Studies of the

Energy Efficient Buildings Initiative - EeBGuide Guidance Document Part B: BUILDINGS | EeBGuide.” [Online]. Available: https://www.eebguide.eu/eeblog/?page_id=704. [Accessed: 30-Oct-2019].

- [39] ISO, “ISO 14040,” *Environ. Manag. - Life cycle Assess. - Princ. Framew.*, 1997.
- [40] ILCD, *General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*. 2010.
- [41] The International Standards Organisation, “Iso 14044:2006,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 2006, no. 7, pp. 652–668, 2006.
- [42] E. Blanco, T. Craig, and A. Bateman, “Lecture 5 ESD.S43 -- Green Supply Chain Managemen,” *Life Cycle Anal. - MIT OpenCourseWare*, 2014.
- [43] C. Mutel *et al.*, “Overview and recommendations for regionalized life cycle impact assessment,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 24, no. 5, pp. 856–865, May 2019.
- [44] ISO 15686-8:2008(E)© ISO 2008INTERNATIONAL STANDARD, “ISO 15686-8,” *Int. Stand.*, vol. 2006, p. 13, 2006.
- [45] S. Eleftheriadis, D. Mumovic, and P. Greening, “Life cycle energy efficiency in building structures: A review of current developments and future outlooks based on BIM capabilities,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 67, pp. 811–825, Jan. 2017.
- [46] S. of construction works. British Standards Institution. Technical Committee B/558, British Standards Institution, and European Committee for Standardization., *EN 15978:2011 - Sustainability of construction works : assessment of environmental performance of buildings -: calculation method*. .
- [47] J. Silvestre, N. Pargana, J. de Brito, M. Pinheiro, and V. Durão, “Insulation Cork Boards— Environmental Life Cycle Assessment of an Organic Construction Material,” *Materials (Basel)*., vol. 9, no. 5, p. 394, May 2016.
- [48] F. C. Köseci, “Integrated Life Cycle Assessment (LCA) to Building Information Modelling (BIM).” 2018.
- [49] A. Hollberg, *A parametric method for building design optimization based on life cycle assessment*. 2016.
- [50] S. of construction works. British Standards Institution. Technical Committee B/558, British Standards Institution, and European Committee for Standardization., *EN15804:2012 - Sustainability of construction works : environmental product declarations : core rules for the product category of construction products*. .

- [51] H. Gervasio and S. Dimova, *Model for Life Cycle Assessment (LCA) of buildings*. 2018.
- [52] B. Mattoni, C. Guattari, L. Evangelisti, F. Bisegna, P. Gori, and F. Asdrubali, “Critical review and methodological approach to evaluate the differences among international green building rating tools,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 82, pp. 950–960, Feb. 2018.
- [53] C. Ingrao, A. Messineo, R. Beltramo, T. Yigitcanlar, and G. Ioppolo, “How can life cycle thinking support sustainability of buildings? Investigating life cycle assessment applications for energy efficiency and environmental performance,” *J. Clean. Prod.*, vol. 201, pp. 556–569, Nov. 2018.
- [54] G. M. Zanghelini, E. Cherubini, and S. R. Soares, “How Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) is aiding Life Cycle Assessment (LCA) in results interpretation,” *J. Clean. Prod.*, vol. 172, pp. 609–622, Jan. 2018.
- [55] A. Vigovskaya, O. Aleksandrova, and B. Bulgakov, “Life Cycle Assessment (LCA) of a LEED certified building,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 365, no. 2, p. 022007, Jun. 2018.
- [56] O. Suzer, “Analyzing the compliance and correlation of LEED and BREEAM by conducting a criteria-based comparative analysis and evaluating dual-certified projects,” *Build. Environ.*, vol. 147, pp. 158–170, Jan. 2019.
- [57] T. Bruce-Hyrkäs, P. Pasanen, and R. Castro, “Overview of Whole Building Life-Cycle Assessment for Green Building Certification and Ecodesign through Industry Surveys and Interviews,” *Procedia CIRP*, vol. 69, pp. 178–183, Jan. 2018.
- [58] M. N. Nwodo, C. J. Anumba, and S. Asadi, “BIM-Based Life Cycle Assessment and Costing of Buildings: Current Trends and Opportunities,” in *Computing in Civil Engineering 2017*, 2017, pp. 51–59.
- [59] S. Su, X. Li, Y. Zhu, and B. Lin, “Dynamic LCA framework for environmental impact assessment of buildings,” *Energy Build.*, vol. 149, pp. 310–320, Aug. 2017.
- [60] A. Galimshina *et al.*, “Probabilistic LCA and LCC to identify robust and reliable renovation strategies,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 323, p. 012058, Sep. 2019.
- [61] R. Heijungs, J. B. Guinée, A. Mendoza Beltrán, P. J. G. Henriksson, and E. Groen, “Everything is relative and nothing is certain. Toward a theory and practice of comparative probabilistic LCA,” *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 24, no. 9, pp. 1573–1579, Sep. 2019.

- [62] F. Schlegl, J. Gantner, R. Traunspurger, S. Albrecht, and P. Leistner, "LCA of buildings in Germany: Proposal for a future benchmark based on existing databases," *Energy Build.*, vol. 194, pp. 342–350, Jul. 2019.
- [63] M. Almeida, M. Ferreira, R. Barbosa, M. Almeida, M. Ferreira, and R. Barbosa, "Relevance of Embodied Energy and Carbon Emissions on Assessing Cost Effectiveness in Building Renovation—Contribution from the Analysis of Case Studies in Six European Countries," *Buildings*, vol. 8, no. 8, p. 103, Aug. 2018.
- [64] N. MIRABELLA *et al.*, "Strategies to Improve the Energy Performance of Buildings: A Review of Their Life Cycle Impact," *Buildings*, vol. 8, no. 8, p. 105, Aug. 2018.
- [65] O. S. Alshamrani, K. Galal, and S. Alkass, "Integrated LCA–LEED sustainability assessment model for structure and envelope systems of school buildings," *Build. Environ.*, vol. 80, pp. 61–70, Oct. 2014.
- [66] A. Hollberg, T. Lützkendorf, and G. Habert, "Using a budget approach for decision-support in the design process," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 323, p. 012026, Sep. 2019.
- [67] B. Succar, "Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders," *Autom. Constr.*, vol. 18, no. 3, pp. 357–375, May 2009.
- [68] I. S. C. M. Hui, "New Opportunities of Using Building Information Modelling (BIM) for Green Buildings," *15th Asia Pacific Conf. Built Environ.*, p. 8, 2019.
- [69] "LOD | BIMForum." [Online]. Available: <https://bimforum.org/lod/>. [Accessed: 13-Sep-2019].
- [70] BIMForum, "LOD Specification 2018 Part I: For Building Information Models and Data," no. September, p. 253, 2018.
- [71] Y. Ji, J. Beetz, P. Bonsma, N. Nisbet, C. Katz, and A. Borrmann, "Integration of Parametric Geometry into IFC-Bridge," *Proc. 23rd Eur. Conf. Forum Bauinformatik*, pp. 12–14, 2011.
- [72] M. Capone and E. Lanzara, "SCAN-TO-BIM vs 3D IDEAL MODEL HBIM: PARAMETRIC TOOLS TO STUDY DOMES GEOMETRY," *ISPRS - Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, vol. XLII-2/W9, pp. 219–226, Jan. 2019.
- [73] "What is COBie and how is it (building)SMART." [Online]. Available: <https://blog.areo.io/what-is-cobie/>. [Accessed: 03-May-2020].

- [74] "bim_glossary:bim_dimensions - BIMTalk." [Online]. Available: http://bimtalk.co.uk/bim_glossary:bim_dimensions#fn__2. [Accessed: 20-May-2019].
- [75] B. Lack and S. Butler, "Bridging BIM and BEM : the path forward to more efficient building design and operations," 2019.
- [76] B. C. M. Azenha, J.C. Lino, "Slides de apoio às aulas de Building Information Modeling: Conceção, Projeto e Construção do Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis da Universidade do Minho," 2018.
- [77] K. Afsari, C. M. Eastman, and D. R. Shelden, "Cloud-based BIM data transmission: Current status and challenges," in *ISARC 2016 - 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, 2016, pp. 1073–1080.
- [78] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, and K. Liston, *BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. 2011.
- [79] E. Alreshidi, M. Mourshed, and Y. Rezgui, "Requirements for cloud-based BIM governance solutions to facilitate team collaboration in construction projects," *Requir. Eng.*, vol. 23, no. 1, pp. 1–31, Mar. 2018.
- [80] M. Rouse, "What is an API? - Definition from WhatIs.com." [Online]. Available: <https://searchapparchitecture.techtarget.com/definition/application-program-interface-API>. [Accessed: 26-Nov-2019].
- [81] L. P. Marques, L. M. Santos, and J. P. Couto, "Construction E Do Bim Para a Melhoria Da Sustentabilidade Dos Projetos De Construção the Importance of Integrated Implementation of Lean Construction and Bim for Improving the Sustainability of Construction Projects," pp. 152–156, 2015.
- [82] McGraw-Hill Construction, *The Business Value of BIM in Europe SmartMarket Report*. 2010.
- [83] A. Elmualim and J. Gilder, "BIM: innovation in design management, influence and challenges of implementation," *Archit. Eng. Des. Manag.*, vol. 10, no. 3–4, pp. 183–199, Jul. 2014.
- [84] E. W. Kaleem Ullah, Irene Lill, "An Overview of BIM Adoption in the Construction Industry: Benefits and Barriers," 2019.
- [85] J. P. Carvalho, L. Bragança, and R. Mateus, "Optimising building sustainability

- assessment using BIM,” *Autom. Constr.*, vol. 102, pp. 170–182, Jun. 2019.
- [86] A.-Q. Gbadamosi *et al.*, “Offsite construction: Developing a BIM-Based optimizer for assembly,” *J. Clean. Prod.*, vol. 215, pp. 1180–1190, Apr. 2019.
- [87] L. P. Marques, L. M. Santos, and J. P. Couto, “A importância da implementação integrada da filosofia LEAN Construction e do BIM para a melhoria da sustentabilidade dos projetos de construção,” pp. 152–156, 2015.
- [88] P. Saieg, E. D. Sotelino, D. Nascimento, and R. G. G. Caiado, “Interactions of Building Information Modeling, Lean and Sustainability on the Architectural, Engineering and Construction industry: A systematic review,” *J. Clean. Prod.*, vol. 174, pp. 788–806, Feb. 2018.
- [89] Charles Pankow Foundation, CIDCI, and IPDA, “Integrated Project Delivery, An Action Guide for Leaders,” 2017.
- [90] The International Standards Organisation, “ISO 19650 - 1 Organisation of information about construction works – Information management using building information modelling – Part 1: concepts and principles,” 2016.
- [91] A. Bolton, M. Enzer, and S. J., “The Gemini Principles,” p. 15, 2018.
- [92] A. H. Fakhimi, J. Majrouhi Sardroud, and S. Azhar, “How Can Lean, IPD and BIM Work Together?,” 2016.
- [93] A. Nadeem, A. K. D. Wong, G. Akhanova, S. Azhar, and S. N. Wong, “Application of Building Information Modeling (BIM) in Site Management—Material and Progress Control,” in *Proceedings of the 21st International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate*, Singapore: Springer Singapore, 2018, pp. 289–297.
- [94] Z. Ding, S. Liu, L. Liao, and L. Zhang, “A digital construction framework integrating building information modeling and reverse engineering technologies for renovation projects,” *Autom. Constr.*, vol. 102, pp. 45–58, Jun. 2019.
- [95] M. Kim, E. Krygiel, and L. Kirby, *Mastering Autodesk Revit 2018*. .
- [96] “Autodesk | List Of All Products | New Releases.” [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/products>. [Accessed: 02-Oct-2019].
- [97] “Bentley Systems.” [Online]. Available: <https://www.bentley.com/pt/about-us/news>. [Accessed: 29-Sep-2019].

- [98] “CYPE. Software para engenharia e construção.” [Online]. Available: <http://programas.cype.pt/>. [Accessed: 29-Sep-2019].
- [99] “Tekla BIM Software products.” [Online]. Available: <https://www.tekla.com/products>. [Accessed: 29-Sep-2019].
- [100] “Will 2020 will finally be the tipping point for digitisation? | BIM+.” [Online]. Available: <http://www.bimplus.co.uk/analysis/will-2020-will-finally-be-tipping-point-digitisati/>. [Accessed: 04-Nov-2019].
- [101] Patrick MacLeamy, “Industrial Strategy: Government and Industry in partnership,” *HM Gov.*, vol. Vol.1, pp. 1–22, 2012.
- [102] “Open BIM Standards in The Netherlands - Cobuilder.” [Online]. Available: <https://cobuilder.com/en/open-bim-standards-netherlands/>. [Accessed: 29-Sep-2019].
- [103] Câmara Municipal de Cascais, “CADERNO DE ENCARGOS - Concurso público de conceção para a elaboração do projeto da Escola de Cascais.” [Online]. Available: <https://www.cascais.pt/sites/default/files/anexos/gerais/new/ce-caderno-encargos-1.pdf>. [Accessed: 31-May-2020].
- [104] “CT 197-BIM Web Page.” [Online]. Available: <http://www.ct197.pt/>. [Accessed: 30-Sep-2019].
- [105] “BIMcert | Construction Skills – Energy Efficiency – Regulating Supply Chains – Tackling Climate Change.” [Online]. Available: https://energybimcert.eu/?page_id=2031&lang=pt. [Accessed: 30-Sep-2019].
- [106] “BAMB - Buildings As Material Banks (BAMB2020) - BAMB.” [Online]. Available: <https://www.bamb2020.eu/>. [Accessed: 26-Nov-2019].
- [107] J. P. Carvalho, L. Bragança, and R. Mateus, “Potencial de integração do BIM na simplificação da avaliação de sustentabilidade através do SBTool PT-H,” *II Encontro Nac. Sobre Reabil. Urbana e Construção Sustentável*, pp. 67–76, 2017.
- [108] Paul McCormack, “How new BIM training can deliver better energy management | BIM+.” [Online]. Available: <http://www.bimplus.co.uk/analysis/how-new-bim-training-can-deliver-better-energy-man/>. [Accessed: 30-Sep-2019].
- [109] Y. Lu, Z. Wu, R. Chang, and Y. Li, “Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions,” *Autom. Constr.*, vol. 83, pp. 134–148,

Nov. 2017.

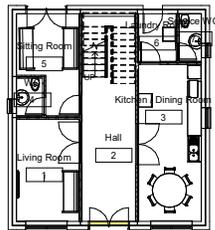
- [110] S. Azhar, W. A. Carlton, D. Olsen, and I. Ahmad, "Building information modeling for sustainable design and LEED® rating analysis," *Autom. Constr.*, vol. 20, no. 2, pp. 217–224, Mar. 2011.
- [111] S. Jiang, N. Wang, and J. Wu, "Combining BIM and Ontology to Facilitate Intelligent Green Building Evaluation," *J. Comput. Civ. Eng.*, vol. 32, no. 5, p. 04018039, Sep. 2018.
- [112] M. K. Ansah, X. Chen, H. Yang, L. Lu, and P. T. I. Lam, "A review and outlook for integrated BIM application in green building assessment," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 48, p. 101576, Jul. 2019.
- [113] E. C. AKCAY and D. ARDITI, "Desired points at minimum cost in the 'Optimize Energy Performance' credit of leed certification," *J. Civ. Eng. Manag.*, vol. 23, no. 6, pp. 796–805, Jun. 2017.
- [114] R. E. Edwards, E. Lou, A. Bataw, S. N. Kamaruzzaman, and C. Johnson, "Sustainability-led design: Feasibility of incorporating whole-life cycle energy assessment into BIM for refurbishment projects," *J. Build. Eng.*, vol. 24, p. 100697, Jul. 2019.
- [115] S. Romano and N. Riediger, "BIM as a tool for Green Building Certifications: An evaluation of the energy category of LEED, BREEAM and DGNB," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, vol. 1425, no. 1.
- [116] "openLCA Nexus: The source for LCA data sets." [Online]. Available: <https://nexus.openlca.org/about>. [Accessed: 30-Sep-2019].
- [117] "ecoinvent – About." [Online]. Available: <https://www.ecoinvent.org/about/about.html>. [Accessed: 30-Sep-2019].
- [118] "GaBi - thinkstep - Life Cycle Assessment LCA Software." [Online]. Available: <http://www.gabi-software.com/international/index/>. [Accessed: 30-Sep-2019].
- [119] "SimaPro - About SimaPro." [Online]. Available: <https://simapro.com/about/>. [Accessed: 30-Sep-2019].
- [120] "Tally - About ChooseTally." [Online]. Available: <https://choosetally.com/>. [Accessed: 30-Sep-2019].
- [121] "OneClick LCA - LCA Database of Building products: local and global data for your LCA." [Online]. Available: <https://www.oneclicklca.com/support/faq-and-guidance/documentation/database/>. [Accessed: 30-Sep-2019].

- [122] "Athena Sustainable Materials Institute | Overview." [Online]. Available: <http://www.athenasmi.org/our-software-data/overview/>. [Accessed: 30-Sep-2019].
- [123] "European Platform on Life Cycle Assessment (ELCD)." [Online]. Available: <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/>. [Accessed: 06-Nov-2019].
- [124] S. Humbert, A. M. De Schryver, X. Bengoa, M. Margni, and O. Jolliet, "IMPACT 2002 +: User Guide V Q2.21," vol. 21, 2012.
- [125] "LCIA: the ReCiPe model | RIVM." [Online]. Available: <https://www.rivm.nl/en/life-cycle-assessment-lca/recipe>. [Accessed: 30-Sep-2019].
- [126] M. Dupuis, A. April, P. Lesage, and D. Forgues, "Method to Enable LCA Analysis through Each Level of Development of a BIM Model," *Procedia Eng.*, vol. 196, pp. 857–863, Jan. 2017.
- [127] A. Hollberg, J. Tschetwertak, S. Schneider, and G. Habert, "Design-Integrated LCA Using Early BIM," in *Designing Sustainable Technologies, Products and Policies*, Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 269–279.
- [128] M. Röck, A. Hollberg, G. Habert, and A. Passer, "LCA and BIM: Integrated Assessment and Visualization of Building Elements' Embodied Impacts for Design Guidance in Early Stages," *Procedia CIRP*, vol. 69, pp. 218–223, Jan. 2018.
- [129] R. Santos, A. Costa, J. Silvestre, and L. Pyl, "A VALIDATION STUDY OF A SEMI-AUTOMATIC BIM-LCA TOOL," *researchgate.net*.
- [130] M. Najjar, K. Figueiredo, A. W. A. Hammad, and A. Haddad, "Integrated optimization with building information modeling and life cycle assessment for generating energy efficient buildings," *Appl. Energy*, pp. 1366–1382, 2019.
- [131] M. K. Najjar, K. Figueiredo, A. C. J. Evangelista, A. W. A. Hammad, V. W. Y. Tam, and A. Haddad, "Life cycle assessment methodology integrated with BIM as a decision-making tool at early-stages of building design," *Int. J. Constr. Manag.*, pp. 1–15, Jul. 2019.
- [132] C. Bueno and M. M. Fabricio, "Comparative analysis between a complete LCA study and results from a BIM-LCA plug-in," *Autom. Constr.*, vol. 90, pp. 188–200, Jun. 2018.
- [133] R. Speck, S. Selke, R. Auras, and J. Fitzsimmons, "Life Cycle Assessment Software: Selection Can Impact Results," *J. Ind. Ecol.*, vol. 20, no. 1, pp. 18–28, Feb. 2016.
- [134] N. Emami *et al.*, "A Life Cycle Assessment of Two Residential Buildings Using Two Different LCA Database-Software Combinations: Recognizing Uniformities and

- Inconsistencies,” *Buildings*, vol. 9, no. 1, p. 20, Jan. 2019.
- [135] T. G. Gutowski, “A Critique of Life Cycle Assessment; Where Are the People?,” *Procedia CIRP*, vol. 69, pp. 11–15, Jan. 2018.
- [136] K. Forth, A. Braun, and A. Borrmann, “BIM-integrated LCA - model analysis and implementation for practice,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 323, no. 1, p. 012100, Sep. 2019.
- [137] A. Andriamamonjy, D. Saelens, and R. Klein, “A combined scientometric and conventional literature review to grasp the entire BIM knowledge and its integration with energy simulation,” *J. Build. Eng.*, vol. 22, pp. 513–527, Mar. 2019.
- [138] H. Zhou and E. Rezazadeh Azar, “Embodied Energy Assessment of Building Structural Systems Using Building Information Modeling,” *Proc. 35th Int. Symp. Autom. Robot. Constr.*, 2018.
- [139] B. Zhong, C. Gan, H. Luo, and X. Xing, “Ontology-based framework for building environmental monitoring and compliance checking under BIM environment,” *Build. Environ.*, 2018.
- [140] F. Shadram, T. D. Johansson, W. Lu, J. Schade, and T. Olofsson, “An integrated BIM-based framework for minimizing embodied energy during building design,” *Energy Build.*, 2016.
- [141] L. Á. Antón and J. Díaz, “Integration of Life Cycle Assessment in a BIM Environment,” *Procedia Eng.*, vol. 85, pp. 26–32, Jan. 2014.
- [142] ITeC, “Base de objetos ITeC.” [Online]. Available: <https://metabase.itec.cat/bim/es/filter>. [Accessed: 05-Dec-2019].
- [143] “Free embodied carbon calculator to help move to greener buildings | BIM+.” [Online]. Available: <http://www.bimplus.co.uk/technology/free-embodied-carbon-calculator-help-move-greener/>. [Accessed: 19-Dec-2019].
- [144] C. Cavalliere, A. Hollberg, G. R. Dell’Osso, and G. Habert, “Consistent BIM-led LCA during the entire building design process,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 323, no. 1, p. 012099, Sep. 2019.
- [145] F. Rezaei, C. Bulle, and P. Lesage, “Integrating building information modeling and life cycle assessment in the early and detailed building design stages,” *Build. Environ.*, vol. 153, pp. 158–167, Apr. 2019.

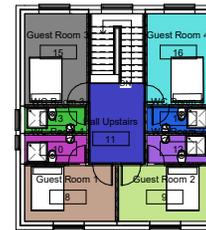
- [146] B. Kiss, M. Röck, A. Passer, and Z. Szalay, "A cross-platform modular framework for building Life Cycle Assessment," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 323, p. 012103, Sep. 2019.
- [147] I. N. de E. (INE), "Evolução do Parque Habitacional em Portugal 2001-2011," 2013.
- [148] S. Almeida, Manuela; Silva, "Apontamento de aulas de Reabilitação não Estrutural de Edifícios."
- [149] DGEG, "Balanço Sintético 2018," 2018.
- [150] I. N. de E. (INE), "Portal do INE - Base de Dados." [Online]. Available: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_base_dados. [Accessed: 30-Oct-2019].

ANEXO I – PRANCHAS ARQUITETÔNICA, ESTRUTURAL E TUBAGEM REVIT



Room Floor 0 Legend

- Hall
- Kitchen / Dining Room
- Laundry Room
- Living Room
- Service WC
- Sitting Room
- WC

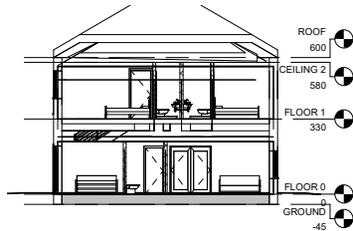


Room Floor 1 Legend

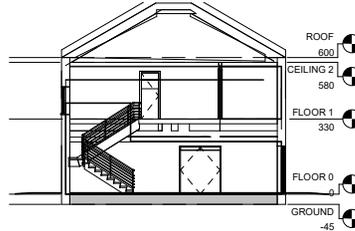
- Guest Room 1
- Guest Room 2
- Guest Room 3
- Guest Room 4
- Hall Upstairs
- WC Room 1
- WC Room 2
- WC Room 3
- WC Room 4

1 FLOOR 0
1 : 100

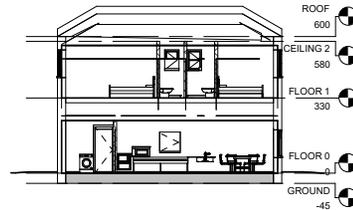
2 FLOOR 1
1 : 100



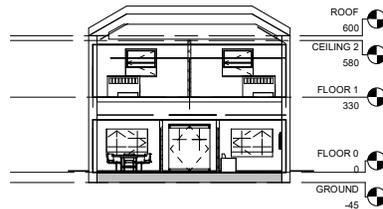
3 Section 1
1 : 100



4 Section 2
1 : 100



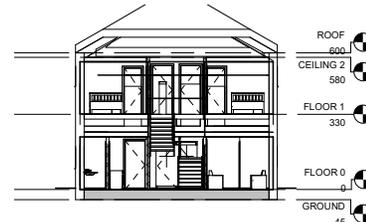
5 Section 3
1 : 100



6 Section 4
1 : 100



7 Section 5
1 : 100



8 Section 6
1 : 100

No.	Description	Date

Ismael Alecrim
Dissertação
UMinho
Planta Baixa /
Cortes
Arquitetura

Project number A100

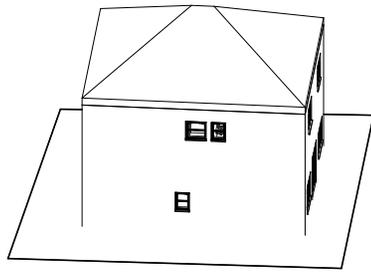
Date 10/12/2019

Drawn by IA

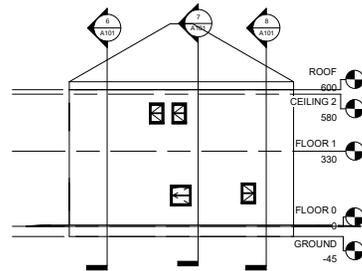
Checked by Checker

A101

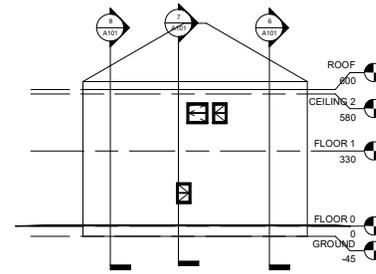
Scale 1 : 100



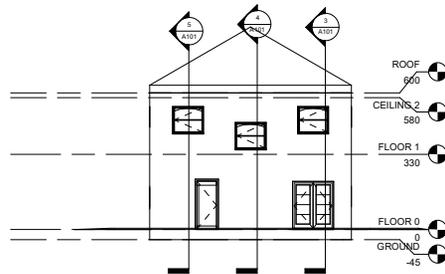
1 {3D}



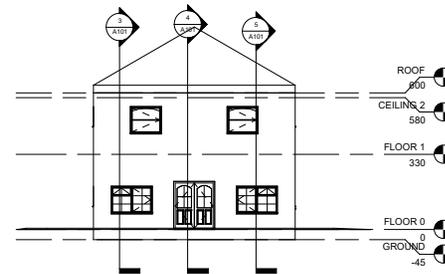
2 East
1 : 100



3 West
1 : 100



4 North
1 : 100



5 South
1 : 100

No.	Description	Date

Ismael Alecrim
Dissertação
UMinho

3D / Alçadas
Arquitetura

Project number A100

Date 10/12/2019

Drawn by IA

Checked by Checker

A102

Scale 1 : 100

Window Schedule

Level	Type	Width	Sill Height	Height
FLOOR 0	1810x1210 mm	181	69	121
FLOOR 0	1810x1210 mm	181	69	121
FLOOR 0	630x910m m	63	99	91
FLOOR 0	630x910m m	63	99	91
FLOOR 0	910x910m m	91	89	91
FLOOR 1	1360x1210 mm	136	20	121
FLOOR 1	1360x1210 mm	136	90	121
FLOOR 1	1360x1210 mm	136	90	121
FLOOR 1	1360x1210 mm	136	90	121
FLOOR 1	1360x1210 mm	136	90	121
FLOOR 1	630x910m m	63	120	91
FLOOR 1	910x910m m	91	120	91
FLOOR 1	630x910m m	63	120	91
FLOOR 1	630x910m m	63	120	91

Door Schedule

Level	Type	Width	Height
FLOOR 0	0762 x 2032mm	76	203
FLOOR 0	0762 x 2032mm	76	203
FLOOR 0	0864 x 2050mm	86	213
FLOOR 0	1810x2050 mm	181	211
FLOOR 0	1810x2110 mm	181	211
FLOOR 0	1810x2050 mm	181	211
FLOOR 0	1810x2050 mm	181	211
FLOOR 0	0864 x 2050mm	86	213
FLOOR 0	0864 x 2050mm	86	213
FLOOR 1	0762 x 2032mm	76	203
FLOOR 1	0762 x 2032mm	76	203
FLOOR 1	0762 x 2032mm	76	203
FLOOR 1	0762 x 2032mm	76	203
FLOOR 1	0864 x 2050mm	86	213
FLOOR 1	0762 x 2032mm	76	203
FLOOR 1	0864 x 2050mm	86	213
FLOOR 1	0864 x 2050mm	86	213

Ceiling Material Takeoff

Level	Material: Name	Height Offset From Level	Material: Volume	Material: Unit weight	Heat Transfer Coefficient (U)
FLOOR 0	Cork Tiles	230	0.21 m³	1.1 kN/m³	2,0000 W/(m²·K)
FLOOR 0	Cork Tiles	230	0.50 m³	1.1 kN/m³	2,0000 W/(m²·K)
FLOOR 0	Cork Tiles	230	0.31 m³	1.1 kN/m³	2,0000 W/(m²·K)
FLOOR 1	Cork Tiles	230	1.49 m³	1.1 kN/m³	2,0000 W/(m²·K)
GROUND	Cork Tiles	275	0.04 m³	1.1 kN/m³	2,0000 W/(m²·K)
FLOOR 0	Cork Tiles	230	0.25 m³	1.1 kN/m³	2,0000 W/(m²·K)

Wall Material Takeoff

Material: Name	Base Constraint	Material: Volume	Material: Unit weight	Heat Transfer Coefficient (U)
GROUND				
EIFS, Exterior Insulation	GROUND	2.47 m³	0.2 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Damp-proofing	GROUND	0.00 m³	22.8 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Vinyl Composition Tile	GROUND	0.05 m³	11.8 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Textile - Linen, Smooth	GROUND	0.05 m³	0.0 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Stucco	GROUND	2.78 m³	18.6 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Fiberglass Batt	GROUND	0.05 m³	0.3 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	GROUND	16.03 m³	19.1 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Rock Wool	GROUND	1.23 m³	2.0 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
EIFS, Exterior Insulation	GROUND	1.73 m³	0.2 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Damp-proofing	GROUND	0.00 m³	22.8 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Vinyl Composition Tile	GROUND	0.03 m³	11.8 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Textile - Linen, Smooth	GROUND	0.03 m³	0.0 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Stucco	GROUND	1.95 m³	18.6 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Fiberglass Batt	GROUND	0.03 m³	0.3 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	GROUND	11.27 m³	19.1 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Rock Wool	GROUND	0.87 m³	2.0 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
EIFS, Exterior Insulation	GROUND	2.35 m³	0.2 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Damp-proofing	GROUND	0.00 m³	22.8 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Vinyl Composition Tile	GROUND	0.05 m³	11.8 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Textile - Linen, Smooth	GROUND	0.05 m³	0.0 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Stucco	GROUND	2.64 m³	18.6 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Fiberglass Batt	GROUND	0.05 m³	0.3 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	GROUND	15.27 m³	19.1 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Rock Wool	GROUND	1.17 m³	2.0 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
EIFS, Exterior Insulation	GROUND	1.67 m³	0.2 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Damp-proofing	GROUND	0.00 m³	22.8 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Vinyl Composition Tile	GROUND	0.03 m³	11.8 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Textile - Linen, Smooth	GROUND	0.03 m³	0.0 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Stucco	GROUND	1.88 m³	18.6 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Fiberglass Batt	GROUND	0.03 m³	0.3 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	GROUND	10.88 m³	19.1 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)
Rock Wool	GROUND	0.84 m³	2.0 kN/m³	0.3431 W/(m²·K)

Wall Material Takeoff

Material: Name	Base Constraint	Material: Volume	Material: Unit weight	Heat Transfer Coefficient (U)
FLOOR 0				
Brick, Common, Red	FLOOR 0	1.89 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 0	0.34 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	FLOOR 0	1.69 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 0	0.31 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	FLOOR 0	0.70 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 0	0.13 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	FLOOR 0	0.49 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 0	0.09 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	FLOOR 0	0.36 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 0	0.07 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	FLOOR 0	0.29 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 0	0.05 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	FLOOR 0	0.29 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 0	0.05 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
FLOOR 1				
Brick, Common, Red	FLOOR 1	1.63 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)

Room Schedule

Number	Name	Area	Perimeter	Level
1	Living Room	12 m²	1451	FLOOR 0
2	Hall	22 m²	2301	FLOOR 0
3	Kitchen / Dining	19 m²	1931	FLOOR 0
4	WC	2 m²	564	FLOOR 0
5	Sitting Room	10 m²	1451	FLOOR 0
6	Laundry Room	3 m²	750	FLOOR 0
7	Service WC	2 m²	615	FLOOR 0
8	Guest Room 1	10 m²	1291	FLOOR 1
9	Guest Room 2	10 m²	1291	FLOOR 1
10	WC Room 1	3 m²	794	FLOOR 1
11	Hall Upstairs	16 m²	1784	FLOOR 1
12	WC Room 2	3 m²	794	FLOOR 1
13	WC Room 3	3 m²	764	FLOOR 1
14	WC Room 4	3 m²	764	FLOOR 1
15	Guest Room 3	11 m²	1351	FLOOR 1
16	Guest Room 4	11 m²	1351	FLOOR 1
: 16		140 m²		

Wall Material Takeoff

Material: Name	Base Constraint	Material: Volume	Material: Unit weight	Heat Transfer Coefficient (U)
Plaster	FLOOR 1	0.30 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	FLOOR 1	1.60 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 1	0.29 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	FLOOR 1	1.49 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 1	0.27 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	FLOOR 1	0.59 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 1	0.11 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	FLOOR 1	0.59 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 1	0.11 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	FLOOR 1	0.67 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 1	0.12 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	FLOOR 1	0.76 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 1	0.14 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Brick, Common, Red	FLOOR 1	0.76 m³	19.1 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)
Plaster	FLOOR 1	0.14 m³	11.0 kN/m³	4.1166 W/(m²·K)

Roof Material Takeoff

Material: Name	Material: Volume	Thickness	Material: Unit weight	Heat Transfer Coefficient (U)
Concrete, Precast	23.15 m³	30	23.6 kN/m³	1.6503 W/(m²·K)
Roofing, EPDM Membrane	5.05 m³	30	0.0 kN/m³	1.6503 W/(m²·K)
Roofing, Tile	2.02 m³	30	16.7 kN/m³	1.6503 W/(m²·K)
Asphalt, Bitumen	0.08 m³	30	22.8 kN/m³	1.6503 W/(m²·K)
Roofing Felt	0.00 m³	30	0.0 kN/m³	1.6503 W/(m²·K)

Floor Material Takeoff

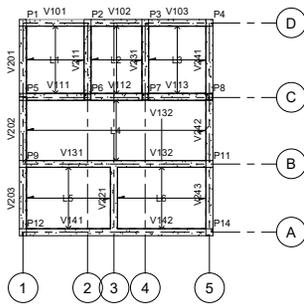
Level	Material: Name	Material: Volume	Material: Unit weight	Heat Transfer Coefficient (U)
FLOOR 0				
FLOOR 0	Oriented Strand Board	0.52 m³	1.0 kN/m³	10.0000 W/(m²·K)
FLOOR 0	Ceramic Tile	0.29 m³	19.6 kN/m³	100.0000 W/(m²·K)
FLOOR 0	Ceramic Tile	0.05 m³	19.6 kN/m³	100.0000 W/(m²·K)
FLOOR 0	Damp-proofing	0.06 m³	22.8 kN/m³	0.7403 W/(m²·K)
FLOOR 0	Stucco	1.49 m³	18.6 kN/m³	0.7403 W/(m²·K)
FLOOR 0	Polystyrene	5.94 m³	10.0 kN/m³	0.7403 W/(m²·K)
FLOOR 0	Concrete, Sand/Cement Screed	3.71 m³	23.6 kN/m³	0.7403 W/(m²·K)
FLOOR 0	Terrazzo	21.33 m³	23.6 kN/m³	0.7403 W/(m²·K)
FLOOR 1				
FLOOR 1	Concrete, Precast	14.08 m³	23.6 kN/m³	4.9810 W/(m²·K)
FLOOR 1	Ceramic Tile	0.75 m³	19.6 kN/m³	100.0000 W/(m²·K)

No.	Description	Date

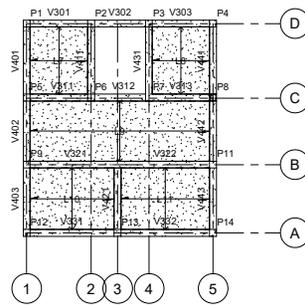
Ismael Alecrim
Dissertação
UMinho

Quantitativos
Arquitetura

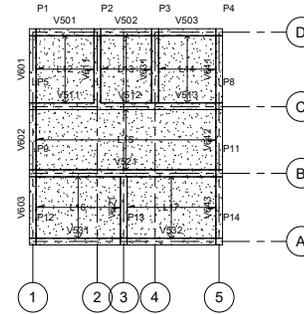
Project number	A100
Date	10/12/2019
Drawn by	IA
Checked by	Checker
A103	
Scale	



1 FLOOR 0
1 : 100



2 FLOOR 1
1 : 100



3 ROOF
1 : 100

Structural Framing Schedule				
Mark	Type	Length	Structural Material	Reference Level
V101	300 x 300mm 2	284	Concrete, Precast	FLOOR 0
V102	300 x 300mm 2	254	Concrete, Precast	FLOOR 0
V103	300 x 300mm 2	282	Concrete, Precast	FLOOR 0
V111	300 x 300mm 2	284	Concrete, Precast	FLOOR 0
V112	300 x 300mm 2	254	Concrete, Precast	FLOOR 0
V113	300 x 300mm 2	282	Concrete, Precast	FLOOR 0
V131	300 x 300mm 2	400	Concrete, Precast	FLOOR 0
V132	300 x 300mm 2	420	Concrete, Precast	FLOOR 0
V141	300 x 300mm 2	400	Concrete, Precast	FLOOR 0
V142	300 x 300mm 2	420	Concrete, Precast	FLOOR 0
V201	300 x 300mm 2	325	Concrete, Precast	FLOOR 0
V202	300 x 300mm 2	295	Concrete, Precast	FLOOR 0
V203	300 x 300mm 2	300	Concrete, Precast	FLOOR 0
V211	300 x 300mm 2	325	Concrete, Precast	FLOOR 0

Structural Framing Schedule				
Mark	Type	Length	Structural Material	Reference Level
V321	300 x 300mm 2	400	Concrete, Precast	FLOOR 0
V322	300 x 300mm 2	420	Concrete, Precast	FLOOR 0
V401	300 x 300mm 2	325	Concrete, Precast	FLOOR 0
V402	300 x 300mm 2	295	Concrete, Precast	FLOOR 0
V403	300 x 300mm 2	300	Concrete, Precast	FLOOR 0
V411	300 x 300mm 2	284	Concrete, Precast	FLOOR 1
V412	300 x 300mm 2	254	Concrete, Precast	FLOOR 1
V421	300 x 300mm 2	282	Concrete, Precast	FLOOR 1
V422	300 x 300mm 2	254	Concrete, Precast	FLOOR 1
V431	300 x 300mm 2	400	Concrete, Precast	FLOOR 1
V432	300 x 300mm 2	420	Concrete, Precast	FLOOR 1
V441	300 x 300mm 2	400	Concrete, Precast	FLOOR 1
V442	300 x 300mm 2	420	Concrete, Precast	FLOOR 1
V443	300 x 300mm 2	295	Concrete, Precast	FLOOR 1
V501	300 x 300mm 2	300	Concrete, Precast	ROOF 1
V502	300 x 300mm 2	295	Concrete, Precast	ROOF 1

Structural Framing Schedule				
Mark	Type	Length	Structural Material	Reference Level
V503	300 x 300mm 2	282	Concrete, Precast	ROOF
V511	300 x 300mm 2	284	Concrete, Precast	ROOF
V512	300 x 300mm 2	254	Concrete, Precast	ROOF
V513	300 x 300mm 2	282	Concrete, Precast	ROOF
V521	300 x 300mm 2	820	Concrete, Precast	ROOF
V531	300 x 300mm 2	400	Concrete, Precast	ROOF
V532	300 x 300mm 2	420	Concrete, Precast	ROOF
V601	300 x 300mm 2	325	Concrete, Precast	ROOF
V602	300 x 300mm 2	295	Concrete, Precast	ROOF

Structural Framing Schedule				
Mark	Type	Length	Structural Material	Reference Level
V603	300 x 300mm 2	300	Concrete, Precast	ROOF
V611	300 x 300mm 2	325	Concrete, Precast	ROOF
V621	300 x 300mm 2	300	Concrete, Precast	ROOF
V631	300 x 300mm 2	325	Concrete, Precast	ROOF
V641	300 x 300mm 2	325	Concrete, Precast	ROOF
V642	300 x 300mm 2	295	Concrete, Precast	ROOF
V643	300 x 300mm 2	300	Concrete, Precast	ROOF

Structural Column Schedule						
Mark	Type	Length	Structural Material	Base Level	Top Level	Column Location Mark
P1	300 x 300mm	1000	Concrete, Precast	BEDROCK	ROOF	D-1
P2	300 x 300mm	1000	Concrete, Precast	BEDROCK	ROOF	D-2
P3	300 x 300mm	600	Concrete, Precast	FLOOR 0	ROOF	D-4
P4	300 x 300mm	1000	Concrete, Precast	BEDROCK	ROOF	D-5
P5	300 x 300mm	600	Concrete, Precast	FLOOR 0	ROOF	C-1
P6	300 x 300mm	300	Concrete, Precast	FLOOR 0	FLOOR 1	C-2
P7	300 x 300mm	300	Concrete, Precast	FLOOR 0	FLOOR 1	C-4

Structural Column Schedule						
Mark	Type	Length	Structural Material	Base Level	Top Level	Column Location Mark
P8	300 x 300mm	1000	Concrete, Precast	BEDROCK	ROOF	C-5
P9	300 x 300mm	1000	Concrete, Precast	BEDROCK	ROOF	B-1
P11	300 x 300mm	600	Concrete, Precast	FLOOR 0	ROOF	B-5
P12	300 x 300mm	1000	Concrete, Precast	BEDROCK	ROOF	A-1
P13	300 x 300mm	300	Concrete, Precast	FLOOR 1	ROOF	A-3
P14	300 x 300mm	1000	Concrete, Precast	BEDROCK	ROOF	A-5

Floor Schedule			
Mark	Structural Material	Level	Volume
L1	Terrazzo	FLOOR 0	2.15 m³
L2	Terrazzo	FLOOR 0	1.90 m³
L3	Terrazzo	FLOOR 0	2.14 m³
L4	Terrazzo	FLOOR 0	6.01 m³
L5	Terrazzo	FLOOR 0	2.87 m³
L6	Terrazzo	FLOOR 0	3.02 m³
L7	Concrete, Precast	FLOOR 1	1.57 m³
L8	Concrete, Precast	FLOOR 1	1.56 m³
L9	Concrete, Precast	FLOOR 1	4.40 m³
L10	Concrete, Precast	FLOOR 1	2.10 m³

Floor Schedule			
Mark	Structural Material	Level	Volume
L11	Concrete, Precast	FLOOR 1	2.21 m³
L12	Concrete, Precast	ROOF	2.25 m³
L13	Concrete, Precast	ROOF	1.98 m³
L14	Concrete, Precast	ROOF	2.23 m³
L15	Concrete, Precast	ROOF	6.28 m³
L16	Concrete, Precast	ROOF	3.00 m³
L17	Concrete, Precast	ROOF	3.16 m³

No.	Description	Date

Ismael Alecrim
Dissertação
UMinho

Pilares, Vigas e Lajes

Project number 1

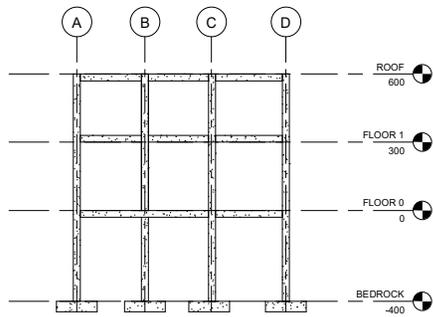
Date 23/02/2020

Drawn by IA

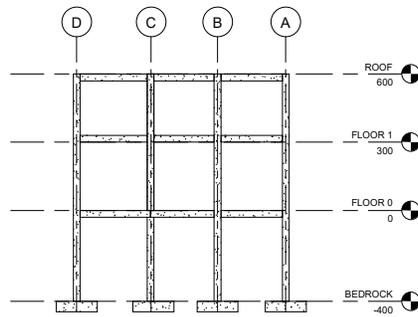
Checked by Checker

S.101

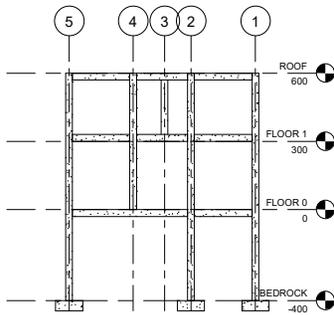
Scale 1 : 100



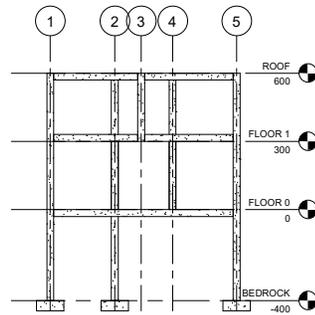
① East
1 : 100



② West
1 : 100



③ North
1 : 100



④ South
1 : 100

No.	Description	Date

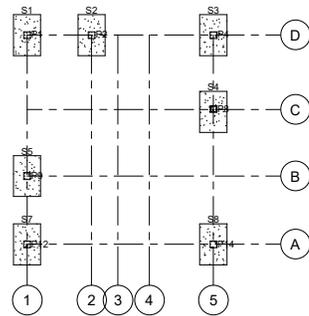
Ismael Alecrim
Dissertação
UMinho

Alçadas
Estrutura

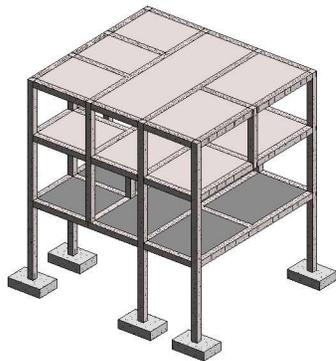
Project number	1
Date	23/02/2020
Drawn by	IA
Checked by	Checker

S.102

Scale	1 : 100
-------	---------



1 BEDROCK
1 : 100



2 {3D}

Structural Foundation Schedule								
Mark	Family and Type	Width	Length	Foundation Thickness	Elevation at Bottom	Height Offset From Level	Level	Volume
S1	Footing-Rectangular: 1800 x 1200 x 450mm	120	180	45	-445	0	BEDROCK	0.97 m³
S2	Footing-Rectangular: 1800 x 1200 x 450mm	120	180	45	-445	0	BEDROCK	0.97 m³
S3	Footing-Rectangular: 1800 x 1200 x 450mm	120	180	45	-445	0	BEDROCK	0.97 m³
S4	Footing-Rectangular: 1800 x 1200 x 450mm	120	180	45	-445	0	BEDROCK	0.97 m³
S8	Footing-Rectangular: 1800 x 1200 x 450mm	120	180	45	-445	0	BEDROCK	0.97 m³
S7	Footing-Rectangular: 1800 x 1200 x 450mm	120	180	45	-445	0	BEDROCK	0.97 m³
S5	Footing-Rectangular: 1800 x 1200 x 450mm	120	180	45	-445	0	BEDROCK	0.97 m³

Rebar Schedule			
Rebar Number	Count	Bar Diameter	Bar Length
1	84	6 mm	1120 mm
2	10	6 mm	3730 mm
3	10	6 mm	3240 mm
4	7	6 mm	1760 mm
5	7	6 mm	1160 mm
6	56	6 mm	1000 mm
7	7	6 mm	1160 mm
11	4	6 mm	3400 mm
12	4	6 mm	2910 mm
13	2	6 mm	3120 mm
14	2	6 mm	2630 mm

Rebar Schedule			
Rebar Number	Count	Bar Diameter	Bar Length
15	8	6 mm	3570 mm
16	8	6 mm	3080 mm
17	8	6 mm	3830 mm
18	8	6 mm	3340 mm
19	4	6 mm	3530 mm
20	4	6 mm	3040 mm
21	2	6 mm	3430 mm
22	2	6 mm	2940 mm
23	6	6 mm	4580 mm
24	6	6 mm	4090 mm
25	4	6 mm	4780 mm

Rebar Schedule			
Rebar Number	Count	Bar Diameter	Bar Length
26	4	6 mm	4290 mm
27	6	6 mm	3580 mm
28	6	6 mm	3090 mm
29	2	6 mm	4630 mm
30	2	6 mm	4140 mm
31	14	6 mm	3980 mm
32	14	6 mm	3490 mm
33	8	6 mm	3680 mm
34	8	6 mm	3190 mm
35	6	6 mm	3550 mm
36	6	6 mm	3060 mm
37	6	6 mm	3270 mm

Rebar Schedule			
Rebar Number	Count	Bar Diameter	Bar Length
38	6	6 mm	2780 mm
39	4	6 mm	4930 mm
40	4	6 mm	4440 mm
41	2	6 mm	8530 mm
42	2	6 mm	8440 mm
43	4	6 mm	4830 mm
44	4	6 mm	4340 mm
45	4	6 mm	4730 mm
46	4	6 mm	4240 mm
47	20	6 mm	10000 mm
50	6	6 mm	6000 mm
51	5	6 mm	590 mm
52	1	6 mm	9960 mm
53	6	6 mm	9960 mm
54	1	6 mm	5960 mm
55	1	6 mm	9960 mm
56	4	6 mm	3300 mm
57	4	6 mm	3290 mm
58	4	6 mm	3000 mm

No.	Description	Date

Ismael Alecrim
Dissertação
UMinho

Sapata

Project number	1
Date	23/02/2020
Drawn by	IA
Checked by	Checker
S.103	
Scale	1 : 100

ANEXO II – LEVANTAMENTO DE QUANTIDADES REVIT

Rótulos de Linha	Length	Width	Thickness	Height	Perimeter	Area	Volume	Weight	Count	PrimaryQuantity
ARCH.nwc										
FLOOR 0										
Ceilings										
Compound Ceiling										
Ceiling	0.00	0.00	0.06	0.00	65.20	65.57	1.31	0.00	3.00	
Doors										
Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_3										
1810x2110mm	0.00	1.81	0.04	2.11	0.00	5.37	0.15	0.00	1.00	
Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_4										
1810x2110mm	0.00	1.81	0.04	2.11	0.00	5.36	0.17	0.00	1.00	
Doors_IntDbI_7										
1810x2110mm	0.00	5.43	0.10	6.33	0.00	14.86	0.31	0.00	3.00	
M_Single-Flush										
0762 x 2032mm	0.00	1.52	0.10	4.06	0.00	5.40	0.20	0.00	2.00	
0864 x 2134mm	0.00	1.73	0.10	4.27	0.00	6.14	0.23	0.00	2.00	
Floors										
Floor										
Ceramic Tile	0.00	0.00	0.01	0.00	44.74	28.46	0.34	0.00	2.00	
Floor Ground	0.00	0.00	0.44	0.00	34.53	74.27	32.53	0.00	1.00	
OSB	0.00	0.00	0.00	0.00	51.75	43.69	0.52	0.00	1.00	
Furniture										
Chair										
Chair	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.94	0.08	0.00	6.00	
Furniture_Sofa_1										
1830x660x380mm	0.00	5.49	0.00	0.00	0.00	12.53	1.26	0.00	3.00	
Furniture_Table_Dining_w-Chairs_Round										
1500mm_Diameter-760mm_Height	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00	2.78	0.09	0.00	1.00	
Furniture_TV_Plasma										
50"	0.00	1.21	0.00	0.76	0.00	2.67	0.07	0.00	1.00	
Plumbing Fixtures										
Plumbing_Fixtures_Dbl-Equal_Sink_Kitchen_w-Drainboard										
1160x500x200mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	0.01	0.00	1.00	
Plumbing_Fixtures_WC_Wall_Mounted										
540x360x410mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	0.04	0.00	2.00	
Sink - Bathroom										
660 x 560mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	0.01	0.00	2.00	
Specialty Equipment										
Specialty_Equipment_Dbl-Oven_Under_Counter										
593x600x720mm	0.00	0.59	0.00	0.72	0.00	2.11	0.10	0.00	1.00	
Specialty_Equipment_Dryer										
600x820x550mm	0.00	0.60	0.00	0.82	0.00	1.58	0.24	0.00	1.00	
Specialty_Equipment_Microwave										
760x400x450mm	0.00	0.76	0.00	0.45	0.00	1.99	0.08	0.00	1.00	
Specialty_Equipment_Refrigerator										
595x600x1400mm	0.00	0.60	0.00	1.40	0.00	2.87	0.50	0.00	1.00	
Stairs										
Assembled Stair										
180mm max riser 275mm tread	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
Walls										
Basic Wall										
Generic - 150mm Masonry	30.55	0.91	0.00	15.40	0.00	47.01	6.11	0.00	7.00	
Windows										
Windows_Dbl_w-Glazing_Bars_and_Vent										
1810x1210mm	0.00	3.62	0.00	2.42	0.00	8.23	0.19	0.00	2.00	
Windows_Sgl_Swept_Head										
630x910mm	0.00	1.26	0.00	1.82	0.00	2.56	0.06	0.00	2.00	
910x910mm	0.00	0.91	0.00	0.91	0.00	1.73	0.04	0.00	1.00	
FLOOR 1										
Ceilings										
Compound Ceiling										
Ceiling	0.00	0.00	0.02	0.00	34.53	74.27	1.49	0.00	1.00	
Doors										
M_Single-Flush										
0762 x 2032mm	0.00	3.05	0.20	8.13	0.00	10.80	0.39	0.00	4.00	
0864 x 2134mm	0.00	3.46	0.20	8.54	0.00	12.27	0.46	0.00	4.00	
Floors										
Floor										
Ceramic Tile	0.00	0.00	0.00	0.00	96.49	63.43	0.76	0.00	1.00	
Floor 2nd level	0.00	0.00	0.00	0.00	39.87	67.94	14.27	0.00	1.00	
Furniture										
Furniture_Bed_2										
1422x1981x330mm-Double	7.92	5.69	0.00	0.00	0.00	24.90	3.01	0.00	4.00	
Plumbing Fixtures										
Plumbing_Fixtures_Shower_Tray_Square										
900x900mm	0.00	3.60	0.00	0.00	0.00	4.36	0.24	0.00	4.00	
Plumbing_Fixtures_Sink_Bathroom_3										
360x350x140mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.03	0.04	0.00	4.00	
Plumbing_Fixtures_WC_Wall_Mounted										
540x360x410mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.75	0.07	0.00	4.00	
Walls										
Basic Wall										

Generic - 150mm Masonry	36.80	1.04	0.00	20.00	0.00	73.16	9.51	0.00	8.00
Windows									
Windows_Sgl_Swept_Head									
1360x1210mm	0.00	6.80	0.00	6.05	0.00	14.98	0.36	0.00	5.00
630x910mm	0.00	1.26	0.00	1.82	0.00	2.56	0.06	0.00	2.00
910x910mm	0.00	1.82	0.00	1.82	0.00	3.45	0.08	0.00	2.00
(vazio)									
(vazio)									
Rooms	0.00	0.00	0.00	0.00	101.83	69.76	173.64	0.00	9.00
GROUND									
Walls									
Basic Wall									
Exterior Wall	36.00	1.47	0.00	22.80	0.00	178.33	65.52	0.00	4.00
ROOF									
Roofs									
Basic Roof									
Roof Concrete	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	101.02	30.31	0.00	1.00
MEP_nwc									
FLOOR 0									
Pipe Accessories									
Metallic-EN 877 Coupling									
Standard	0.00	8.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	125.00
Pipe Fittings									
Cast Iron-EN 877 Short Radius Bend									
Standard	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	26.00
Cast Iron-EN 877 Single Branch									
Standard	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	15.00
Cast Iron-EN 877 Taper Pipe									
Standard	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	12.00
Pipes									
Pipe Types									
Cast Iron EN 877 (DN50-DN600)	75.16	0.00	0.00	0.00	0.00	37.85	0.00	0.00	52.00
Plastic	2.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	2.00
(vazio)									
(vazio)									
Center Line	78.04	0.00	0.00	0.00	0.00	38.43	0.00	0.00	54.00
FLOOR 1									
Pipe Accessories									
Metallic-EN 877 Coupling									
Standard	0.00	7.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	114.00
Pipe Fittings									
Cast Iron-EN 877 Short Radius Bend									
Standard	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	32.00
Cast Iron-EN 877 Single Branch									
Standard	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	14.00
Cast Iron-EN 877 Taper Pipe									
Standard	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
Pipes									
Pipe Types									
Cast Iron EN 877 (DN50-DN600)	38.26	0.00	0.00	0.00	0.00	15.16	0.00	0.00	75.00
STRUC_nwc									
BEDROCK									
Structural Foundations									
Footing-Rectangular									
1800 x 1200 x 450mm	18.00	12.00	0.00	0.00	0.00	21.60	9.72	0.00	10.00
FLOOR 0									
Structural Columns									
Precast-Rectangular Column									
800x500	102.40	0.00	0.00	0.00	0.00	73.12	12.29	0.00	12.00
Structural Framing									
Concrete - Rectangular Beam									
300 x 600mm	61.39	0.00	0.00	0.00	0.00	54.08	10.49	0.00	9.00
FLOOR 1									
Structural Framing									
Concrete - Rectangular Beam									
300 x 600mm	42.91	0.00	0.00	0.00	0.00	37.47	7.24	0.00	7.00
ROOF									
Structural Framing									
Concrete - Rectangular Beam									
300 x 600mm	59.08	0.00	0.00	0.00	0.00	52.05	10.12	0.00	8.00

ANEXO III – FOLHA DE ORÇAMENTO CYPE ARQUIMEDES

Obra: 4D							% C.I. 0		
Orçamento									
Código	Tipo	Ud	Resumo				Quantidade	Preço (€)	Importância (€)
4D	Capítulo						181.581.01	181.581.01	
A	Capítulo		Acondicionamento do terreno				9.140.08	9.140.08	
AD	Capítulo		Movimento de terras em edificação				3.270.79	3.270.79	
ADL005	Artigo	m ²	Desmatização e decapagem do terreno, com meios mecânicos. Compreende os trabalhos necessários para remover das zonas previstas para a edificação ou urbanização: plantas pequenas, arbustos, ervas daninhas, madeiras caídas, entulho, lixo ou qualquer outro material existente, até uma profundidade não inferior à espessura da camada de terra vegetal considerando como mínima 25 cm; e carregamento em camião. Desmatização e decapagem do terreno, com meios mecânicos. Compreende os trabalhos necessários para remover das zonas previstas para a edificação ou urbanização: plantas pequenas, arbustos, ervas daninhas, madeiras caídas, entulho, lixo ou qualquer outro material existente, até uma profundidade não inferior à espessura da camada de terra vegetal, considerando como mínima 25 cm; e carregamento em camião.				750.000	1.10	825.00
ADE010	Artigo	m ³	Escavação de valas para fundações até uma profundidade de 2 m, em solo de argila semi-dura, com meios mecânicos, e carregamento em camião. Escavação de valas para fundações até uma profundidade de 2 m, em solo de argila semi-dura, com meios mecânicos, e carregamento em camião.				8.160	25.49	208.00
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Lintéis	1	40.800	0.400	0.500	8.160	8.160
ADE010b	Artigo	m ³	Escavação de valas para instalações até uma profundidade de 2 m, em solo de argila semi-dura, com meios mecânicos, e carregamento em camião. Escavação de valas para instalações até uma profundidade de 2 m, em solo de argila semi-dura, com meios mecânicos, e carregamento em camião.				33.154	22.39	742.32
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Saneamento no edifício	1	12.000		0.390	4.680	
			Saneamento no logradouro	1	22.870		0.660	15.094	
			Caixa de passagem no edifício, 60x60x65 cm	3	1.100	1.100	0.900	3.267	
			Caixa no extremo inferior do tubo de queda, 50x50x50 cm	3	1.000	1.000	0.750	2.250	
			Caixa sumidouro sifonada, 60x60x65 cm	1	1.100	1.100	0.900	1.089	
			Caixa sifonada, 70x70x80 cm	2	1.200	1.200	1.050	3.024	
			Caixa de passagem no logradouro, 50x50x50 cm	5	1.000	1.000	0.750	3.750	33.154
ADE010c	Artigo	m ³	Escavação de caboucos para fundações até uma profundidade de 2 m, em solo de argila semi-dura, com meios mecânicos, e carregamento em camião. Escavação de caboucos para fundações até uma profundidade de 2 m, em solo de argila semi-dura, com meios mecânicos, e carregamento em camião.				18.150	23.49	426.34
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Sapatas isoladas	12	1.100	1.100	1.250	18.150	18.150
ADR010	Artigo	m ³	Enchimento envolvente e principal de valas para instalações, com areia de 0 a 5 mm de diâmetro e compactação em camadas sucessivas de 20 cm de espessura máxima com placa vibratória de condução manual, até alcançar uma densidade seca não inferior a 95% da máxima obtida no teste Proctor Modificado, realizado segundo LNEC E 197. Inclusive fita ou marca indicadora da instalação. Enchimento envolvente e principal de valas para instalações, com areia de 0 a 5 mm de diâmetro e compactação em camadas sucessivas de 20 cm de espessura máxima com placa vibratória de condução manual, até alcançar uma densidade seca não inferior a 95% da máxima obtida no teste Proctor Modificado, realizado segundo LNEC E 197. Inclusive fita ou marca indicadora da instalação.				19.413	22.82	443.00
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Saneamento no edifício	1	3.500	3.430	0.380	4.562	
			Saneamento no logradouro	1	4.800	4.760	0.650	14.851	19.413
ADR030	Artigo	m ³	Sub-base realizada através do enchimento a céu aberto, com tout-venant natural calcário, e compactação em camadas sucessivas de 30 cm de espessura máxima com placa vibratória de condução manual, até alcançar uma densidade seca não inferior a 95% da máxima obtida no teste Proctor Modificado, realizado segundo LNEC E 197. Sub-base realizada através do enchimento a céu aberto, com tout-venant natural calcário, e compactação em camadas sucessivas de 30 cm de espessura máxima com placa vibratória de condução manual, até alcançar uma densidade seca não inferior a 95% da máxima obtida no teste Proctor Modificado, realizado segundo LNEC E 197.				27.000	23.19	626.13
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Pavimento pedonal	1	27.000			27.000	27.000
			AD					3.270.79	3.270.79
AS	Capítulo		Redes de drenagem horizontais				3.969.54	3.969.54	
ASA010	Artigo	Ud	Caixa de passagem, não visitável, enterrada, construída em alvenaria de tijolo cerâmico furado, de meia vez de espessura, assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, dosificação 1:6, de dimensões interiores 60x60x65 cm, sobre base de betão simples C30/37 (X0(P); D25; S2; Cl 0,4) de 15 cm de espessura, formação de pente mínima de 1,00% para a drenagem de águas residuais e 0,50% para a drenagem de águas pluviais, com o mesmo tipo de betão, com emboço e afagada interiormente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, com aditivo hidrófugo, dosificação 1:3 formando arestas e esquinas a meia cana, fechada superiormente com painel cerâmico oco com ligação macho-fêmea e lajeta de betão C35/45 (XC4(P) + XA2(P); D25; S2; Cl 0,2), armada com malha electrossoldada e vedada hermeticamente com argamassa de cimento. Inclusive argamassa para enchimento de Caixa de passagem, não visitável, enterrada, construída em alvenaria de tijolo cerâmico furado, de meia vez de espessura, assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, dosificação 1:6, de dimensões interiores 60x60x65 cm, sobre base de betão simples C30/37 (X0(P); D25; S2; Cl 0,4) de 15 cm de espessura, formação de pente mínima de 1,00% para a drenagem de águas residuais e 0,50% para a drenagem de águas pluviais, com o mesmo tipo de betão, com emboço e afagada interiormente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, com aditivo hidrófugo, dosificação 1:3 formando arestas e esquinas a meia cana, com curva de PVC de 45° colocada em cubo de betão, para evitar o golpe de descida na pente da base, fechada superiormente com painel cerâmico oco com ligação macho-fêmea e lajeta de betão C35/45 (XC4(P) + XA2(P); D25; S2; Cl 0,2), armada com malha electrossoldada e vedada hermeticamente com argamassa de cimento. Inclusive argamassa para enchimento de juntas e peças de PVC cortadas longitudinalmente para formação do canal				3.000	113.59	340.77
ASA010b	Artigo	Ud	Caixa no extremo inferior do tubo de queda, não visitável, enterrada, construída em alvenaria de tijolo cerâmico furado, de meia vez de espessura, assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, dosificação 1:6, de dimensões interiores 50x50x50 cm, sobre base de betão simples C30/37 (X0(P); D25; S2; Cl 0,4) de 15 cm de espessura, formação de pente mínima de 1,00% para a drenagem de águas residuais e 0,50% para a drenagem de águas pluviais, com o mesmo tipo de betão, com emboço e afagada interiormente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, com aditivo hidrófugo, dosificação 1:3 formando arestas e esquinas a meia cana, com curva de PVC de 45° colocada em cubo de betão, para evitar o golpe de descida na pente da base, fechada superiormente com painel cerâmico oco com ligação macho-fêmea e lajeta de betão C35/45 (XC4(P) + XA2(P); D25; S2; Cl 0,2), armada com malha electrossoldada e vedada hermeticamente com argamassa de cimento. Inclusive argamassa para enchimento de juntas.				3.000	100.54	301.62

ASA010c	Artigo	Ud	Caixa com sumidouro sifonado e escoamento directo lateral, visitável, enterrada, construída em alvenaria de tijolo cerâmico furado, de meia vez de espessura, assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, dosificação 1:6, de dimensões interiores 60x60x65 cm, sobre base de betão simples C30/37 (X0(P); D25; S2; Cl 0,4) de 15 cm de espessura, formação de pendente mínima de 1,00% para a drenagem de águas residuais e 0,50% para a drenagem de águas pluviais, com o mesmo tipo de betão, com emboço e afagada interiormente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, com aditivo hidrófugo, dosificação 1:3 formando arestas e esquinas a meia cana, fechada superiormente com tampa pré-fabricada de betão armado com fecho hermético à passagem dos odores mefíticos. Caixa com sumidouro sifonado e escoamento directo lateral, visitável, enterrada, construída em alvenaria de tijolo cerâmico furado, de meia vez de espessura, assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, dosificação 1:6, de dimensões interiores 60x60x65 cm, sobre base de betão simples C30/37 (X0(P); D25; S2; Cl 0,4) de 15 cm de espessura, formação de pendente mínima de 1,00% para a drenagem de águas residuais e 0,50% para a drenagem de águas pluviais, com o mesmo tipo de betão, com emboço e afagada interiormente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, com aditivo hidrófugo, dosificação 1:3 formando arestas e esquinas a meia cana, fechada superiormente com tampa pré-fabricada de betão armado com fecho hermético à passagem dos odores mefíticos. Inclusive argamassa para enchimento de juntas.	1.000	158.90	158.90			
ASA010d	Artigo	Ud	Caixa sifonada, visitável, enterrada, construída em alvenaria de tijolo cerâmico furado, de meia vez de espessura, assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, dosificação 1:6, de dimensões interiores 70x70x80 cm, sobre base de betão simples C30/37 (X0(P); D25; S2; Cl 0,4) de 15 cm de espessura, com emboço e afagada interiormente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, com aditivo hidrófugo, dosificação 1:3 formando arestas e esquinas a meia cana, com sifão formado por uma curva de 87°30' de PVC comprida, fechada superiormente com tampa pré-fabricada de betão armado com fecho hermético à passagem dos odores mefíticos. Inclusive argamassa para enchimento de juntas e sumidouro sifonado pré-fabricado de betão com saída horizontal de 90/110 mm Caixa sifonada, visitável, enterrada, construída em alvenaria de tijolo cerâmico furado, de meia vez de espessura, assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, dosificação 1:6, de dimensões interiores 70x70x80 cm, sobre base de betão simples C30/37 (X0(P); D25; S2; Cl 0,4) de 15 cm de espessura, com emboço e afagada interiormente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, com aditivo hidrófugo, dosificação 1:3 formando arestas e esquinas a meia cana, com sifão formado por uma curva de 87°30' de PVC comprida, fechada superiormente com tampa pré-fabricada de betão armado com fecho hermético à passagem dos odores mefíticos. Inclusive argamassa para enchimento de juntas e sumidouro sifonado pré-fabricado de betão com saída horizontal de 90/110 mm e grelha homologada de PVC.	2.000	168.19	336.38			
ASB010	Artigo	m	Ramal de ligação geral de saneamento, para drenagem de águas residuais e/ou pluviais à rede geral do município, com uma pendente mínima de 1,00% para a drenagem de águas residuais e 0,50% para a drenagem de águas pluviais, formado por tubo de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 160 mm de diâmetro exterior, colado com adesivo, colocado sobre leito de areia de 10 cm de espessura, devidamente compactada e nivelada com apiloador (saltilão) de condução manual, enchimento lateral compactado até metade do diâmetro do tubo e posterior enchimento com a mesma areia até 30 cm por cima da geratriz superior do tubo, com as correspondentes juntas e peças especiais. Inclusive líquido de limpeza e adesivo para tubos e acessórios de PVC e betão simples C20/25 (X0(P); D25; S2; Cl 1,0) Ramal de ligação geral de saneamento, para drenagem de águas residuais e/ou pluviais à rede geral do município, com uma pendente mínima de 1,00% para a drenagem de águas residuais e 0,50% para a drenagem de águas pluviais, formado por tubo de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 160 mm de diâmetro exterior, colado com adesivo, colocado sobre leito de areia de 10 cm de espessura, devidamente compactada e nivelada com apiloador (saltilão) de condução manual, enchimento lateral compactado até metade do diâmetro do tubo e posterior enchimento com a mesma areia até 30 cm por cima da geratriz superior do tubo, com as correspondentes juntas e peças especiais. Inclusive líquido de limpeza e adesivo para tubos e acessórios de PVC e betão simples C20/25 (X0(P); D25; S2; Cl 1,0) para a posterior reposição da vedação existente.	26.720	63.81	1.705.00			
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Residuais	1	13.360			13.360	
			Pluviais	1	13.360			13.360	26.720
ASB020	Artigo	Ud	Ligação do ramal de ligação do edifício à rede geral de saneamento através da câmara de inspeção. Inclusive junta flexível para a união do ramal de ligação e argamassa de cimento para correcção de falhas e brunidura no interior da câmara. Ligação do ramal de ligação do edifício à rede geral de saneamento através da câmara de inspeção. Inclusive junta flexível para a união do ramal de ligação e argamassa de cimento para correcção de falhas e brunidura no interior da câmara.	2.000	190.45	380.90			
ASC010	Artigo	m	Colector enterrado de rede horizontal de saneamento, com caixas, com uma pendente mínima de 1,00% para a drenagem de águas residuais e 0,50% para a drenagem de águas pluviais, formado por tubo de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 125 mm de diâmetro exterior, colado com adesivo, colocado sobre leito de areia de 10 cm de espessura, devidamente compactada e nivelada com apiloador (saltilão) de condução manual, enchimento lateral compactado até metade do diâmetro do tubo e posterior enchimento com a mesma areia até 30 cm por cima da geratriz superior do tubo. Colector enterrado de rede horizontal de saneamento, com caixas, com uma pendente mínima de 1,00% para a drenagem de águas residuais e 0,50% para a drenagem de águas pluviais, formado por tubo de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 125 mm de diâmetro exterior, colado com adesivo, colocado sobre leito de areia de 10 cm de espessura, devidamente compactada e nivelada com apiloador (saltilão) de condução manual, enchimento lateral compactado até metade do diâmetro do tubo e posterior enchimento com a mesma areia até 30 cm por cima da geratriz superior do tubo. Inclusive líquido de limpeza e adesivo para tubos e acessórios de PVC.	40.000	18.15	726.00			
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
				1	20.000			20.000	
				1	20.000			20.000	40.000
ASI020	Artigo	Ud	Instalação de sumidouro sifonado de PVC, de saída vertical de 75 mm de diâmetro, com grelha de PVC de 200x200 mm, para recolha de águas pluviais ou de locais húmidos. Inclusive acessórios de montagem, peças especiais e elementos de fixação. Instalação de sumidouro sifonado de PVC, de saída vertical de 75 mm de diâmetro, com grelha de PVC de 200x200 mm, para recolha de águas pluviais ou de locais húmidos. Inclusive acessórios de montagem, peças especiais e elementos de fixação.	1.000	19.97	19.97			
			AS					3.969.54	3.969.54
AN	Capítulo		Nivelação					1.899.75	1.899.75
ANE010	Artigo	m²	Enrocamento para base de massame de 20 cm de espessura, através de enchimento e espalhamento em camadas de espessura não superior a 20 cm de britas procedentes de pedra de calcário de 40/80 mm; e posterior compactação através de equipamento manual com placa vibratória, sobre a base homogénea e nivelada. Enrocamento para base de massame de 20 cm de espessura, através de enchimento e espalhamento em camadas de espessura não superior a 20 cm de britas procedentes de pedra de calcário de 40/80 mm; e posterior compactação através de equipamento manual com placa vibratória, sobre a base homogénea e nivelada.	75.000	8.85	663.75			
ANS010	Artigo	m²	Massame de betão simples de 10 cm de espessura, realizado com betão C12/15 (X0(P); D12; S3; Cl 1,0) fabricado em central e betonagem desde camião, espalhamento e vibração manual através de régua vibradora, sem tratamento da superfície com juntas de retracção de 5 mm de espessura, através de corte com disco de diamante. Inclusive painel de poliestireno expandido de 3 cm de espessura, para a execução de juntas de retracção. Massame de betão simples de 10 cm de espessura, realizado com betão C12/15 (X0(P); D12; S3; Cl 1,0) fabricado em central e betonagem desde camião, espalhamento e vibração manual através de régua vibradora, sem tratamento da superfície com juntas de retracção de 5 mm de espessura, através de corte com disco de diamante. Inclusive painel de poliestireno expandido de 3 cm de espessura, para a execução de juntas de retracção.	75.000	16.48	1.236.00			
			AN					1.899.75	1.899.75
			A					9.140.08	9.140.08
C	Capítulo		Fundações					6.458.15	6.458.15
CR	Capítulo		Regularização					343.36	343.36
CRL010	Artigo	m²	Camada de betão de limpeza e nivelamento da base da fundação, de 10 cm de espessura, de betão C12/15 (X0(P); D12; S3; Cl 1,0), fabricado em central e betonagem desde camião, no fundo da escavação previamente realizada. Camada de betão de limpeza e nivelamento da base da fundação, de 10 cm de espessura, de betão C12/15 (X0(P); D12; S3; Cl 1,0), fabricado em central e betonagem desde camião, no fundo da escavação previamente realizada.	31.130	11.03	343.36			
			CR					343.36	343.36
CS	Capítulo		Superficiais					4.686.13	4.686.13
CSV010	Artigo	m³	Sapata contínua de betão armado, de betão armado, realizada em escavação previamente executada, com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem desde camião, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 70 kg/m³. Inclusive armaduras de arranque dos pilares ou outros elementos, arame de atar, e separadores. Sapata contínua de betão armado, de betão armado, realizada em escavação previamente executada, com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem desde camião, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 70 kg/m³. Inclusive armaduras de arranque dos pilares ou outros elementos, arame de atar, e separadores.	20.392	168.56	3.437.28			
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Em muro de vedação de terreno	1	127.450	0.400	0.400	20.392	20.392
CSZ010	Artigo	m³	Sapata de betão armado, realizada com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem desde camião, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 53,567 kg/m³. Inclusive armaduras de arranque do pilar, arame de atar, e separadores. Sapata de betão armado, realizada com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem desde camião, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 53,567 kg/m³. Inclusive armaduras de arranque do pilar, arame de atar, e separadores.	7.986	156.38	1.248.85			
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Sapatas isoladas	12	1.100	1.100	0.550	7.986	7.986

			CS			4.686.13	4.686.13		
CA	Capítulo	Vigas de fundação				1.116.55	1.116.55		
CAV010	Artigo	m³	Lintel de betão armado, realizada com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem desde camião, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 70,736 kg/m³. Inclusive arame de atar, e separadores. Lintel de betão armado, realizada com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem desde camião, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 70,736 kg/m³. Inclusive arame de atar, e separadores.	6.528		171.04	1.116.55		
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Lintéis	1	40.800	0.400	0.400	6.528	6.528
			CA			1.116.55	1.116.55		
CN	Capítulo	Niveleação				312.11	312.11		
CNE010	Artigo	m³	Pilarete de fundação de betão armado para pilares, realizado com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem com grua, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 95 kg/m³. Inclusive arame de atar e separadores. Pilarete de fundação de betão armado para pilares, realizado com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem com grua, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 95 kg/m³. Inclusive arame de atar e separadores.	1.500		206.30		309.45	
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Pilarete de fundação	12	0.500	0.500	0.500	1.500	1.500
CNE020	Artigo	m²	Montagem de sistema de cofragem recuperável metálica, em pilarete de fundação, formado por chapas metálicas, amortizáveis em 150 utilizações, e posterior desmontagem do sistema de cofragem. Inclusive elementos de sustentação, fixação e escoramentos necessários para a sua estabilidade e líquido descofrante para evitar a aderência do betão à cofragem. Montagem de sistema de cofragem recuperável metálica, em pilarete de fundação, formado por chapas metálicas, amortizáveis em 150 utilizações, e posterior desmontagem do sistema de cofragem. Inclusive elementos de sustentação, fixação e escoramentos necessários para a sua estabilidade e líquido descofrante para evitar a aderência do betão à cofragem.	0.190		14.00		2.66	
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Pilarete de fundação	1	0.190			0.190	0.190
			CN			312.11	312.11		
			C			6.458.15	6.458.15		
E	Capítulo	Estruturas				17.819.11	17.819.11		
EH	Capítulo	Betão armado				17.819.11	17.819.11		
EHE010	Artigo	m²	Laje de escada de betão armado de 20 cm de espessura, com degraus de betão, realizada com betão C25/30 (XC1(P); D12; S2; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem com grua, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 30 kg/m³; montagem e desmontagem de sistema de cofragem, com acabamento para revestir na sua face inferior e laterais, em piso de até 3 m de altura livre, formado por: superfície cofrante de pranchas de madeira de pinho, amortizáveis em 10 utilizações, estrutura suporte horizontal de pranchas de madeira de pinho, amortizáveis em 10 utilizações e estrutura suporte vertical de escoras metálicas, amortizáveis em 150 utilizações. Inclusive arame de atar, separadores e líquido descofrante para evitar a aderência do betão à cofragem. Laje de escada de betão armado de 20 cm de espessura, com degraus de betão, realizada com betão C25/30 (XC1(P); D12; S2; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem com grua, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 30 kg/m³; montagem e desmontagem de sistema de cofragem, com acabamento para revestir na sua face inferior e laterais, em piso de até 3 m de altura livre, formado por: superfície cofrante de pranchas de madeira de pinho, amortizáveis em 10 utilizações, estrutura suporte horizontal de pranchas de madeira de pinho, amortizáveis em 10 utilizações e estrutura suporte vertical de escoras metálicas, amortizáveis em 150 utilizações. Inclusive arame de atar, separadores e líquido descofrante para evitar a aderência do betão à cofragem e perfis quebra arestas para biselamento de cantos.	11.660		116.99		1.364.10	
EHS010	Artigo	m³	Pilar de secção rectangular ou quadrada de betão armado, de 30x30 cm de secção média, realizado com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem com grua, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 2,782 kg/m³; montagem e desmontagem de sistema de cofragem, com acabamento para revestir, em piso de até 3 m de altura livre, formado por: superfície cofrante de chapas metálicas, amortizáveis em 50 utilizações e estrutura suporte vertical de escoras metálicas, amortizáveis em 150 utilizações. Inclusive arame de atar, separadores líquido descofrante para evitar a aderência do betão à cofragem e perfis quebra arestas para biselamento de cantos. Pilar de secção rectangular ou quadrada de betão armado, de 30x30 cm de secção média, realizado com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem com grua, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 2,782 kg/m³; montagem e desmontagem de sistema de cofragem, com acabamento para revestir, em piso de até 3 m de altura livre, formado por: superfície cofrante de chapas metálicas, amortizáveis em 50 utilizações e estrutura suporte vertical de escoras metálicas, amortizáveis em 150 utilizações. Inclusive arame de atar, separadores líquido descofrante para evitar a aderência do betão à cofragem e perfis quebra arestas para biselamento de cantos.	6.696		379.86		2.543.54	
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Rés-do-chão	12	0.300	0.300	3.100	3.348	
			Planta 1	12	0.300	0.300	3.100	3.348	6.696
EHV010	Artigo	m³	Viga alta, recta, de betão armado, de 40x30 cm, realizada com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem com grua, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 196,439 kg/m³; montagem e desmontagem do sistema de cofragem, com acabamento para revestir, em piso de até 3 m de altura livre, formado por: superfície cofrante de painéis de madeira tratada, reforçados com varões e perfis, amortizáveis em 25 utilizações; estrutura suporte horizontal de travessas metálicas e acessórios de montagem, amortizáveis em 150 utilizações e estrutura suporte vertical de escoras metálicas, amortizáveis em 150 utilizações. Inclusive arame de atar, separadores e líquido descofrante para evitar a aderência do betão à cofragem. Viga alta, recta, de betão armado, de 40x30 cm, realizada com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem com grua, e aço A400 NR, com uma quantidade aproximada de 196,439 kg/m³; montagem e desmontagem do sistema de cofragem, com acabamento para revestir, em piso de até 3 m de altura livre, formado por: superfície cofrante de painéis de madeira tratada, reforçados com varões e perfis, amortizáveis em 25 utilizações; estrutura suporte horizontal de travessas metálicas e acessórios de montagem, amortizáveis em 150 utilizações e estrutura suporte vertical de escoras metálicas, amortizáveis em 150 utilizações. Inclusive arame de atar, separadores e líquido descofrante para evitar a aderência do betão à cofragem.	5.780		441.20		2.550.14	
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Vigas rasas de betão armado	1	48.170	0.400	0.300	5.780	5.780
EHR010	Artigo	m²	Laje fungiforme de betão armado com molde perdido, horizontal, com 15% de zonas maciças, com altura livre de piso de até 3 m, altura total 30 = 25+5 cm, realizada com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem com grua, volume 0,174 m³/m², e aço A400 NR em zona de maciços de pilares, nervuras e vigas de bordadura, quantidade 18,94 kg/m²; nervuras de betão "in situ" de 10 cm de espessura, entre-eixo 80 cm; bloco de betão leve com argila expandida, para laje fungiforme, 70x23x25 cm; camada de compressão de 5 cm de espessura, com armadura de distribuição formada por malha electrossoldada AR42 100x300 mm de aço A500 EL; montagem e desmontagem de sistema de cofragem contínuo, com acabamento para revestir, formado por: superfície cofrante de painéis de madeira tratada, reforçados com varões e perfis, amortizáveis em 25 utilizações; estrutura suporte horizontal de travessas metálicas e acessórios de montagem, amortizáveis em 150 utilizações e estrutura suporte vertical de escoras metálicas, amortizáveis em 150 utilizações. Inclusive arame de atar, separadores, líquido descofrante para evitar a aderência do betão à cofragem e agente filmógeno para a cura de betões e armaduras. Laje fungiforme de betão armado com molde perdido, horizontal, com 15% de zonas maciças, com altura livre de piso de até 3 m, altura total 30 = 25+5 cm, realizada com betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; Cl 0,4) fabricado em central, e betonagem com grua, volume 0,174 m³/m², e aço A400 NR em zona de maciços de pilares, nervuras e vigas de bordadura, quantidade 18,94 kg/m²; nervuras de betão "in situ" de 10 cm de espessura, entre-eixo 80 cm; bloco de betão leve com argila expandida, para laje fungiforme, 70x23x25 cm; camada de compressão de 5 cm de espessura, com armadura de distribuição formada por malha electrossoldada AR42 100x300 mm de aço A500 EL; montagem e desmontagem de sistema de cofragem contínuo, com acabamento para revestir, formado por: superfície cofrante de painéis de madeira tratada, reforçados com varões e perfis, amortizáveis em 25 utilizações; estrutura suporte horizontal de travessas metálicas e acessórios de montagem, amortizáveis em 150 utilizações e estrutura suporte vertical de escoras metálicas, amortizáveis em 150 utilizações. Inclusive arame de atar, separadores, líquido descofrante para evitar a aderência do betão	142.230		79.88		11.361.33	
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Planta 1	1	75.000			75.000	
			Cobertura	1	75.000			75.000	
			A descontar: área de caixa de escadas	1	-7.770			-7.770	142.230
			EH			17.819.11	17.819.11		
			E			17.819.11	17.819.11		
F	Capítulo	Fachadas, divisões e protecções				8.467.80	8.467.80		
FF	Capítulo	Avenaria não estrutural				6.426.92	6.426.92		

FFZ010	Artigo	m ²	Pano exterior de fachada dupla, de 15 cm de espessura, de alvenaria de tijolo cerâmico furado triplo, para revestir, 30x20x15 cm, com juntas horizontais e verticais de 10 mm de espessura, assente com argamassa de cimento confeccionada em obra, com 250 kg/m ³ de cimento, cor cinzento, dosificação 1:6, fornecida em sacos; revestimento das testas de laje com peças cerâmicas, colocadas com argamassa de alta aderência, formação de padieiras através de alvenaria com armadura de aço nervurado. Pano exterior de fachada dupla, de 15 cm de espessura, de alvenaria de tijolo cerâmico furado triplo, para revestir, 30x20x15 cm, com juntas horizontais e verticais de 10 mm de espessura, assente com argamassa de cimento confeccionada em obra, com 250 kg/m ³ de cimento, cor cinzento, dosificação 1:6, fornecida em sacos; revestimento das testas de laje com peças cerâmicas, colocadas com argamassa de alta aderência, formação de padieiras através de alvenaria com armadura de aço nervurado.	176.160	19.57	3.447.45			
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Fachada para a rua	1	176.160			176.160	176.160
FFR010	Artigo	m ²	Pano interior de fachada dupla, de 7 cm de espessura, de alvenaria de tijolo cerâmico furado duplo, para revestir, 30x20x7 cm, com juntas horizontais e verticais de 10 mm de espessura, assente com argamassa de cimento confeccionada em obra, com 250 kg/m ³ de cimento, cor cinzento, dosificação 1:6, fornecida em sacos; formação de padieiras através de parede de alvenaria sobre caixilharia. Pano interior de fachada dupla, de 7 cm de espessura, de alvenaria de tijolo cerâmico furado duplo, para revestir, 30x20x7 cm, com juntas horizontais e verticais de 10 mm de espessura, assente com argamassa de cimento confeccionada em obra, com 250 kg/m ³ de cimento, cor cinzento, dosificação 1:6, fornecida em sacos; formação de padieiras através de parede de alvenaria sobre caixilharia.	176.160	10.90	1.920.14			
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Fachada para a rua	1	176.160			176.160	176.160
FFQ010	Artigo	m ²	Pano de parede divisória interior, de 7 cm de espessura, de alvenaria de tijolo cerâmico furado duplo, para revestir, 30x20x7 cm, com juntas horizontais e verticais de 10 mm de espessura, assente com argamassa de cimento confeccionada em obra, com 250 kg/m ³ de cimento, cor cinzento, dosificação 1:6, fornecida em sacos. Pano de parede divisória interior, de 7 cm de espessura, de alvenaria de tijolo cerâmico furado duplo, para revestir, 30x20x7 cm, com juntas horizontais e verticais de 10 mm de espessura, assente com argamassa de cimento confeccionada em obra, com 250 kg/m ³ de cimento, cor cinzento, dosificação 1:6, fornecida em sacos.	93.996	11.27	1.059.33			
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Separação entre áreas de igual utilização	1	33.570		2.800	93.996	93.996
			FF					6.426.92	6.426.92
FD	Capítulo		Protecções e gradeamentos					2.040.88	2.040.88
FDD020	Artigo	m	Guarda de fachada em forma recta, de 100 cm de altura, de alumínio anodizado cor natural, formada por: caixilho composto de remate de guarda superior e inferior de perfil quadrado de 40x40 mm e montantes de perfil quadrado de 40x40 mm com uma separação de 100 cm entre si; entre-pano para enchimento das aberturas do caixilho composto de barras verticais de alumínio, perfil rectangular de 30x15 mm, e corrimão de perfil curvo de 70 mm, fixada através de ancoragem mecânica de expansão. Guarda de fachada em forma recta, de 100 cm de altura, de alumínio anodizado cor natural, formada por: caixilho composto de remate de guarda superior e inferior de perfil quadrado de 40x40 mm e montantes de perfil quadrado de 40x40 mm com uma separação de 100 cm entre si; entre-pano para enchimento das aberturas do caixilho composto de barras verticais de alumínio, perfil rectangular de 30x15 mm, e corrimão de perfil curvo de 70 mm, fixada através de ancoragem mecânica de expansão.	8.000	98.81	790.48			
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Varandas	1	8.000			8.000	8.000
FDD120	Artigo	m	Guarda de madeira de pinho da região envernizada, de 90 cm de altura para escada recta de dois tramos com descanso, fixada através de ancoragem mecânica com buchas de nylon e parafusos de aço. Guarda de madeira de pinho da região envernizada, de 90 cm de altura para escada recta de dois tramos com descanso, fixada através de ancoragem mecânica com buchas de nylon e parafusos de aço.	6.650	188.03	1.250.40			
			FD					2.040.88	2.040.88
			F					8.467.80	8.467.80
L	Capítulo		Vãos					12.780.62	12.780.62
LC	Capítulo		Caixilharias					5.381.91	5.381.91
LCP060	Artigo	Ud	Porta de PVC, duas folhas de batente com abertura para o interior, dimensões 1200x2100 mm, composta de aro, folha e bites, acabamento folheado nas duas faces, cor a escolher, perfis de 70 mm de largura, soldados a meia-esquadria, que incorporam cinco câmaras interiores, tanto na secção da folha como na do aro, para melhoria do isolamento térmico; rebaixo com pendente de 5% para facilitar a drenagem; com reforços interiores de aço galvanizado, mecanizações de drenagem e descompressão, juntas de estanquidade de EPDM, puxador e ferragens; coeficiente de transmissão térmica do aro: Uh,m = 1,3 W/(m ² C); espessura máxima do vidro: 40 mm; composta por aro, folhas, ferragens de pendurar e abertura, com fechadura de segurança, elementos de estanquidade e acessórios homologados, com classificação à permeabilidade ao ar classe 4, segundo EN 12207, classificação à estanquidade à água classe 9A, segundo EN 12208, e classificação à resistência à carga do vento classe C2, segundo EN 12210, com pré-aro caixa de estore básica incorporada (monobloco), persiana enrolável de réguas de PVC, com accionamento manual com fita e recolhedor. Inclusive silicone para vedação perimetral da junta entre a caixilharia exterior e o aro. Porta de PVC, duas folhas de batente com abertura para o interior, dimensões 1200x2100 mm, composta de aro, folha e bites, acabamento folheado nas duas faces, cor a escolher, perfis de 70 mm de largura, soldados a meia-esquadria, que incorporam cinco câmaras interiores, tanto na secção da folha como na do aro, para melhoria do isolamento térmico; rebaixo com pendente de 5% para facilitar a drenagem; com reforços interiores de aço galvanizado, mecanizações de drenagem e descompressão, juntas de estanquidade de EPDM, puxador e ferragens; coeficiente de transmissão térmica do aro: Uh,m = 1,3 W/(m ² C); espessura máxima do vidro: 40 mm; composta por aro, folhas, ferragens de pendurar e abertura, com fechadura de segurança, elementos de estanquidade e acessórios homologados, com classificação à permeabilidade ao ar classe 4, segundo EN 12207, classificação à estanquidade à água classe 9A, segundo EN 12208, e classificação à resistência à carga do vento classe C2, segundo EN 12210, com pré-aro caixa de estore básica incorporada (monobloco), persiana enrolável de réguas de PVC, com accionamento manual com fita e recolhedor. Inclusive silicone para vedação perimetral da junta entre a caixilharia exterior e o aro.	1.000	796.44	796.44			
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Varandas	1				1.000	1.000
LCP060b	Artigo	Ud	Janela de PVC, uma folha de batente com abertura para o interior, dimensões 600x1200 mm, composta de aro, folha e bites, acabamento standard nas duas faces, cor branca, perfis de 70 mm de largura, soldados a meia-esquadria, que incorporam cinco câmaras interiores, tanto na secção da folha como na do aro, para melhoria do isolamento térmico; rebaixo com pendente de 5% para facilitar a drenagem; com reforços interiores de EPDM, puxador e ferragens; coeficiente de transmissão térmica do aro: Uh,m = 1,3 W/(m ² C); espessura máxima do vidro: 40 mm; composta por aro, folhas, ferragens de pendurar e abertura, com fechadura de segurança, elementos de estanquidade e acessórios homologados, com classificação à permeabilidade ao ar classe 4, segundo EN 12207, classificação à estanquidade à água classe E750, segundo EN 12208, e classificação à resistência à carga do vento classe C5, segundo EN 12210, com pré-aro caixa de estore básica incorporada (monobloco), persiana enrolável de réguas de PVC, com accionamento manual com fita e recolhedor. Inclusive silicone para vedação perimetral da junta entre a caixilharia exterior e o aro. Janela de PVC, uma folha de batente com abertura para o interior, dimensões 600x1200 mm, composta de aro, folha e bites, acabamento standard nas duas faces, cor branca, perfis de 70 mm de largura, soldados a meia-esquadria, que incorporam cinco câmaras interiores, tanto na secção da folha como na do aro, para melhoria do isolamento térmico; rebaixo com pendente de 5% para facilitar a drenagem; com reforços interiores de EPDM, puxador e ferragens; coeficiente de transmissão térmica do aro: Uh,m = 1,3 W/(m ² C); espessura máxima do vidro: 40 mm; composta por aro, folhas, ferragens de pendurar e abertura, com fechadura de segurança, elementos de estanquidade e acessórios homologados, com classificação à permeabilidade ao ar classe 4, segundo EN 12207, classificação à estanquidade à água classe E750, segundo EN 12208, e classificação à resistência à carga do vento classe C5, segundo EN 12210, com pré-aro caixa de estore básica incorporada (monobloco), persiana enrolável de réguas de PVC, com accionamento manual com fita e recolhedor. Inclusive silicone para vedação perimetral da junta entre a caixilharia exterior e o aro.	1.000	279.24	279.24			
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Cozinha	1				1.000	1.000
LCP060c	Artigo	Ud	Janela de PVC, uma folha de batente com abertura para o interior, dimensões 600x1200 mm, composta de aro, folha e bites, acabamento folheado nas duas faces, cor a escolher, perfis de 70 mm de largura, soldados a meia-esquadria, que incorporam cinco câmaras interiores, tanto na secção da folha como na do aro, para melhoria do isolamento térmico; rebaixo com pendente de 5% para facilitar a drenagem; com reforços interiores, juntas de estanquidade de EPDM, puxador e ferragens; coeficiente de transmissão térmica do aro: Uh,m = 1,3 W/(m ² C); espessura máxima do vidro: 40 mm; composta por aro, folhas, ferragens de pendurar e abertura, com fechadura de segurança, elementos de estanquidade e acessórios homologados, com classificação à permeabilidade ao ar classe 4, segundo EN 12207, classificação à estanquidade à água classe E750, segundo EN 12208, e classificação à resistência à carga do vento classe C5, segundo EN 12210, com pré-aro caixa de estore básica incorporada (monobloco), persiana enrolável de réguas de PVC, com accionamento manual com fita e recolhedor. Inclusive silicone para vedação perimetral da junta entre a caixilharia exterior e o aro. Janela de PVC, uma folha de batente com abertura para o interior, dimensões 600x1200 mm, composta de aro, folha e bites, acabamento folheado nas duas faces, cor a escolher, perfis de 70 mm de largura, soldados a meia-esquadria, que incorporam cinco câmaras interiores, tanto na secção da folha como na do aro, para melhoria do isolamento térmico; rebaixo com pendente de 5% para facilitar a drenagem; com reforços interiores, juntas de estanquidade de EPDM, puxador e ferragens; coeficiente de transmissão térmica do aro: Uh,m = 1,3 W/(m ² C); espessura máxima do vidro: 40 mm; composta por aro, folhas, ferragens de pendurar e abertura, com fechadura de segurança, elementos de estanquidade e acessórios homologados, com classificação à permeabilidade ao ar classe 4, segundo EN 12207, classificação à estanquidade à água classe E750, segundo EN 12208, e classificação à resistência à carga do vento classe C5, segundo EN 12210, com pré-aro caixa de estore básica incorporada (monobloco), persiana enrolável de réguas de PVC, com accionamento manual com fita e recolhedor. Inclusive silicone para vedação perimetral da junta entre a caixilharia exterior e o aro.	3.000	308.11	924.33			

			Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal		
			Casa de banho principal	1			1.000			
			Casa de banho secundária	1			1.000			
			WC de serviço	1			1.000	3.000		
LCP060d	Artigo	Ud	Janela de PVC, duas folhas de batente com abertura para o interior, dimensões 1200x1200 mm, composta de aro, folha e bites, acabamento folheado nas duas faces, cor a escolher, perfis de 70 mm de largura, soldados a meia-esquadria, que incorporam cinco câmaras interiores, tanto na secção da folha como na do aro, para melhoria do isolamento térmico; rebaixo com pendente de 5% para facilitar a drenagem; com reforços interiores, juntas de estanquidade de EPDM puxador e ferragens; coeficiente de transmissão térmica do aro: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{C)}$; espessura máxima do vidro: 40 mm; composta por aro, folhas, ferragens de pendurar e abertura, com fechadura de segurança, elementos de estanquidade e acessórios homologados, com classificação à permeabilidade ao ar classe 4, segundo EN 12207, classificação à estanquidade à água classe 9A, segundo EN 12208, e classificação à resistência à carga do vento classe C5, segundo EN 12210, com pré-aro caixa de estore básica incorporada (monobloco), persiana enrolável de réguas de PVC, com accionamento manual com fita e recolhedor. Inclusive silicone para vedação perimetral da junta					5.000	485.58	2.427.90
			Janela de PVC, duas folhas de batente com abertura para o interior, dimensões 1200x1200 mm, composta de aro, folha e bites, acabamento folheado nas duas faces, cor a escolher, perfis de 70 mm de largura, soldados a meia-esquadria, que incorporam cinco câmaras interiores, tanto na secção da folha como na do aro, para melhoria do isolamento térmico; rebaixo com pendente de 5% para facilitar a drenagem; com reforços interiores, juntas de estanquidade de EPDM puxador e ferragens; coeficiente de transmissão térmica do aro: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{C)}$; espessura máxima do vidro: 40 mm; composta por aro, folhas, ferragens de pendurar e abertura, com fechadura de segurança, elementos de estanquidade e acessórios homologados, com classificação à permeabilidade ao ar classe 4, segundo EN 12207, classificação à estanquidade à água classe 9A, segundo EN 12208, e classificação à resistência à carga do vento classe C5, segundo EN 12210, com pré-aro caixa de estore básica incorporada (monobloco), persiana enrolável de réguas de PVC, com accionamento manual com fita e recolhedor. Inclusive silicone para vedação perimetral da junta entre a caixilharia							
			Quartos	4			4.000			
			Sala de estar - jantar	1			1.000	5.000		
LCN010	Artigo	Ud	Janela de cobertura, com abertura giratória de accionamento manual através de barra de manobra, de 55x70 cm, em telhado de perfil ondulado de telha, fibrocimento ou materiais similares.					3.000	318.00	954.00
			Janela de cobertura, com abertura giratória de accionamento manual através de barra de manobra, de 55x70 cm, em telhado de perfil ondulado de telha, fibrocimento ou materiais similares.							
			LC					5.381.91	5.381.91	
LE	Capítulo	Portas exteriores						868.51	868.51	
LEM140	Artigo	Ud	Bloco-porta exterior de entrada na habitação, blindado normalizado, de madeira, de uma folha, de 85x203x7 cm, composto por alma formada por uma prancha dobrada de aço electrogalvanizado, soldada em ambas as faces a pranchas de aço de 0,8 mm de espessura e reforçada por perfis omega verticais, de aço, acabamento com painel liso em ambas as faces de madeira de pinho da região, caixilho de tubo de aço e aro de aço galvanizado, com fechadura de segurança com três pontos frontais de fecho (10 linguetas).					1.000	868.51	868.51
			Bloco-porta exterior de entrada na habitação, blindado normalizado, de madeira, de uma folha, de 85x203x7 cm, composto por alma formada por uma prancha dobrada de aço electrogalvanizado, soldada em ambas as faces a pranchas de aço de 0,8 mm de espessura e reforçada por perfis omega verticais, de aço, acabamento com painel liso em ambas as faces de madeira de pinho da região, caixilho de tubo de aço e aro de aço galvanizado, com fechadura de segurança com três pontos frontais de fecho (10 linguetas).							
			LE					868.51	868.51	
LP	Capítulo	Portas interiores						2.611.04	2.611.04	
LPM010	Artigo	Ud	Porta interior de batente, cega, de uma folha de 203x82,5x3,5 cm, com almofadas, com painel de madeira maciça de pinho melis, envernizada em oficina; aro de madeira maciça. Incluindo guarnição do mesmo material e acabamento que a folha, dobradiças, ferragens de pendurar, de fechadura e puxador par sobre espelho comprido de ferro forjado, série básica.					7.000	267.95	1.875.65
			Porta interior de batente, cega, de uma folha de 203x82,5x3,5 cm, com almofadas, com painel de madeira maciça de pinho melis, envernizada em oficina; aro de madeira maciça. Incluindo guarnição do mesmo material e acabamento que a folha, dobradiças, ferragens de pendurar, de fechadura e puxador par sobre espelho comprido de ferro forjado, série básica.							
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
			Portas interiores para casas de banho e wc's de serviço	3				3.000		
			Portas interiores para quartos	4				4.000	7.000	
LPM010b	Artigo	Ud	Porta interior de batente, com vitral, de uma folha de 203x82,5x3,5 cm, com almofadas, com painel de madeira maciça de pinho melis, envernizada em oficina; aro de madeira maciça; envidraçamento de 40% da sua superfície, através de uma peça de vidro temperado translúcido incolor, de 4 mm de espessura, com cantos biselados, colocado com bite cravado, de acordo com os pormenores da caixilharia. Incluindo guarnição do mesmo material e acabamento que a folha, dobradiças, ferragens de pendurar, de fechadura e puxador par sobre espelho comprido de ferro forjado, série básica: silicone incolor para enchimento do vidro e bites.					1.000	265.77	265.77
			Porta interior de batente, com vitral, de uma folha de 203x82,5x3,5 cm, com almofadas, com painel de madeira maciça de pinho melis, envernizada em oficina; aro de madeira maciça; envidraçamento de 40% da sua superfície, através de uma peça de vidro temperado translúcido incolor, de 4 mm de espessura, com cantos biselados, colocado com bite cravado, de acordo com os pormenores da caixilharia. Incluindo guarnição do mesmo material e acabamento que a folha, dobradiças, ferragens de pendurar, de fechadura e puxador nar sobre espelho comprido de ferro forjado. série básica: silicone incolor para enchimento do vidro e bites.							
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
			Portas interiores para cozinha	1				1.000	1.000	
LPM010c	Artigo	Ud	Porta interior de batente, com vitral, de duas folhas de 203x82,5x3,5 cm, com almofadas, com painel de madeira maciça de pinho melis, envernizada em oficina; aro de madeira maciça; envidraçamento de 40% da sua superfície, através de uma peça de vidro temperado translúcido incolor, de 4 mm de espessura, com cantos biselados, colocado com bite cravado, de acordo com os pormenores da caixilharia. Incluindo guarnição do mesmo material e acabamento que a folha, dobradiças, ferragens de pendurar, de fechadura e puxador nar sobre espelho comprido de ferro forjado. série básica: silicone incolor para enchimento do vidro e bites.					1.000	469.62	469.62
			Porta interior de batente, com vitral, de duas folhas de 203x82,5x3,5 cm, com almofadas, com painel de madeira maciça de pinho melis, envernizada em oficina; aro de madeira maciça; envidraçamento de 40% da sua superfície, através de uma peça de vidro temperado translúcido incolor, de 4 mm de espessura, com cantos biselados, colocado com bite cravado, de acordo com os pormenores da caixilharia. Incluindo guarnição do mesmo material e acabamento que a folha, dobradiças, ferragens de pendurar, de fechadura e puxador nar sobre espelho comprido de ferro forjado. série básica: silicone incolor para enchimento do vidro e bites.							
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
			Portas interiores para sala de jantar	1				1.000	1.000	
			LP					2.611.04	2.611.04	
LF	Capítulo	Portas corta-fogo						357.90	357.90	
LFA010	Artigo	Ud	Porta corta-fogo de aço galvanizado homologada, EI2 60-C5, de uma folha, 800x2000 mm de vão e altura de passagem, acabamento lacado em cor branca, com mola para utilização moderada.					1.000	357.90	357.90
			Porta corta-fogo de aço galvanizado homologada, EI2 60-C5, de uma folha, 800x2000 mm de vão e altura de passagem, acabamento lacado em cor branca, com mola para utilização moderada.							
			LF					357.90	357.90	
LG	Capítulo	Portas de garagem						1.290.69	1.290.69	
LGA010	Artigo	Ud	Portão de batente de uma folha para garagem, formado por chapa dobrada de aço galvanizado de textura acanalada, 300x250 cm, abertura manual.					1.000	1.290.69	1.290.69
			Portão de batente de uma folha para garagem, formado por chapa dobrada de aço galvanizado de textura acanalada, 300x250 cm, abertura manual.							
			LG					1.290.69	1.290.69	
LA	Capítulo	Armários						1.924.26	1.924.26	
LAH010	Artigo	Ud	Porta de armário de duas folhas de 180 cm de altura com armário superior de 40 cm de 50x1,9 cm, de painel de aglomerado, acabamento em melamina, cor branca; aro de madeira maciça; guarnição de MDF, com acabamento em melamina cor branca na face exterior. Inclusive ferragens de pendurar, fecho e puxador sobre espelho comprido de latão, cor preto, acabamento brilhante, série média.					1.000	257.81	257.81
			Porta de armário de duas folhas de 180 cm de altura com armário superior de 40 cm de 50x1,9 cm, de painel de aglomerado, acabamento em melamina, cor branca; aro de madeira maciça; guarnição de MDF, com acabamento em melamina cor branca na face exterior. Inclusive ferragens de pendurar, fecho e puxador sobre espelho comprido de latão, cor preto, acabamento brilhante, série média.							
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
			Entrada	1				1.000	1.000	

LAH010b	Artigo	Ud	Porta de armário de quatro folhas de 180 cm de altura com armário superior de 40 cm de 50x1,9 cm, de painel de aglomerado, acabamento em melamina, cor branca; aro de madeira maciça; guarnição de MDF, com acabamento em melamina cor branca na face exterior. Inclusive ferragens de pendurar, fecho e puxador sobre espelho comprido de latão cor preto, acabamento brilhante. série média. Porta de armário de quatro folhas de 180 cm de altura com armário superior de 40 cm de 50x1,9 cm, de painel de aglomerado, acabamento em melamina, cor branca; aro de madeira maciça; guarnição de MDF, com acabamento em melamina cor branca na face exterior. Inclusive ferragens de pendurar, fecho e puxador sobre espelho comprido de latão, cor preto, acabamento brilhante. série média.	2.000	482.68	965.36
			Uds. Comprim. Largura Altura Parcial Subtotal			
			Quartos 2	2.000	2.000	
LAH010c	Artigo	Ud	Porta de armário de seis folhas de 180 cm de altura com armário superior de 40 cm de 50x1,9 cm, de painel de aglomerado, acabamento em melamina, cor branca; aro de madeira maciça; guarnição de MDF, com acabamento em melamina cor branca na face exterior. Inclusive ferragens de pendurar, fecho e puxador sobre espelho comprido de latão cor preto, acabamento brilhante. série média. Porta de armário de seis folhas de 180 cm de altura com armário superior de 40 cm de 50x1,9 cm, de painel de aglomerado, acabamento em melamina, cor branca; aro de madeira maciça; guarnição de MDF, com acabamento em melamina cor branca na face exterior. Inclusive ferragens de pendurar, fecho e puxador sobre espelho comprido de latão, cor preto, acabamento brilhante. série média.	1.000	701.09	701.09
			Uds. Comprim. Largura Altura Parcial Subtotal			
			Quarto principal 1	1.000	1.000	
			LA		1.924.26	1.924.26
LV	Capítulo	Vidros			346.31	346.31
LVC010	Artigo	m²	Vidro duplo standard, 4/6/4, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 4 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 6 mm, e vidro interior Float incolor de 4 mm de espessura; 14 mm de espessura total, fixado sobre caixilharia com cunhagem através de calços de apoio perimetrais e laterais, vedação a frio com silicone sintético incolor, compatível com o material suporte. Vidro duplo standard, 4/6/4, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 4 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 6 mm, e vidro interior Float incolor de 4 mm de espessura; 14 mm de espessura total, fixado sobre caixilharia com cunhagem através de calços de apoio perimetrais e laterais, vedação a frio com silicone sintético incolor, compatível com o material suporte.	8.660	39.99	346.31
			Uds. Comprim. Largura Altura Parcial Subtotal			
			Casa de banho principal 1	0.490	0.490	
			Casa de banho secundária 1	0.490	0.490	
			WC de serviço 1	0.490	0.490	
			Cozinha 1	0.490	0.490	
			Quartos 4	0.980	3.920	
			Sala de estar - jantar 1	0.980	0.980	
			Varandas 1	1.800	1.800	8.660
			LV		346.31	346.31
			L		12.780.62	12.780.62
H	Capítulo	Remates e trabalhos auxiliares			4.761.31	4.761.31
HR	Capítulo	Remates			1.114.49	1.114.49
HRN060	Artigo	m	Remates inferiores de mármore Rosa Aurora, em peças até 1100 mm de comprimento, até 200 mm de largura e 20 mm de espessura, com pingadeira, face e bordo recto polido e brita aderida à superfície na sua face inferior, encastrado nas ombreiras; assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, com aditivo hidrófugo, dosificação 1:4; e enchimento de juntas entre peças e das uniões com os muros com argamassa de juntas especial para pedra natural. Remates inferiores de mármore Rosa Aurora, em peças até 1100 mm de comprimento, até 200 mm de largura e 20 mm de espessura, com pingadeira, face e bordo recto polido e brita aderida à superfície na sua face inferior, encastrado nas ombreiras; assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, com aditivo hidrófugo, dosificação 1:4; e enchimento de juntas entre peças e das uniões com os muros com argamassa de juntas especial para pedra natural.	27.200	36.66	997.15
HRN070	Artigo	m	Soleira para remate de porta de entrada ou varanda de mármore Rosa Aurora, em peças até 1100 mm de comprimento, até 200 mm de largura e 20 mm de espessura, com pingadeira, face e bordo recto polido, com banda anti-deslizante e brita aderida à superfície na sua face inferior, encastrada nas ombreiras, cobrindo o degrau de acesso à porta de entrada ou varanda do edifício; assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, com aditivo hidrófugo, dosificação 1:4; e enchimento de juntas entre peças e das uniões com os muros com argamassa de juntas especial para pedra natural. Soleira para remate de porta de entrada ou varanda de mármore Rosa Aurora, em peças até 1100 mm de comprimento, até 200 mm de largura e 20 mm de espessura, com pingadeira, face e bordo recto polido, com banda anti-deslizante e brita aderida à superfície na sua face inferior, encastrada nas ombreiras, cobrindo o degrau de acesso à porta de entrada ou varanda do edifício; assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, com aditivo hidrófugo, dosificação 1:4; e enchimento de juntas entre peças e das uniões com os muros com argamassa de juntas especial para pedra natural.	3.200	36.67	117.34
			HR		1.114.49	1.114.49
HY	Capítulo	Trabalhos auxiliares de pedreiro			2.998.05	2.998.05
HYA010	Artigo	m²	Repercussão por m² de superfície construída de obra, de qualquer trabalho auxiliar de pedreiro, necessário para a correcta execução da instalação audiovisual formada por: sistema colectivo de captação de sinais de TV e rádio, sistema de interfone e/ou vídeo (placa de rua, módulo amplificador, módulo de botão de pressão, alimentador de áudio, monitor de telefone e abre-porta), mecanismos e acessórios, com um grau de complexidade médio, em edifício de habitação unifamiliar. Inclusive material auxiliar para a correcta execução dos trabalhos. Repercussão por m² de superfície construída de obra, de qualquer trabalho auxiliar de pedreiro, necessário para a correcta execução da instalação audiovisual formada por: sistema colectivo de captação de sinais de TV e rádio, sistema de interfone e/ou vídeo (placa de rua, módulo amplificador, módulo de botão de pressão, alimentador de áudio, monitor de telefone e abre-porta), mecanismos e acessórios, com um grau de complexidade médio, em edifício de habitação unifamiliar. Inclusive material auxiliar para a correcta execução dos trabalhos.	115.000	2.32	266.80
HYA010b	Artigo	m²	Repercussão por m² de superfície construída de obra, de qualquer trabalho auxiliar de pedreiro, necessário para a correcta execução das infra-estruturas de telecomunicações em edifícios (ITED) formadas por: tubagem de entrada, caixa de entrada, passagem aérea de topo (PAT), armário de telecomunicações individual (ATI), tubagem e caixas da rede individual, com um grau de complexidade médio, em edifício de habitação unifamiliar. Inclusive material auxiliar para a correcta execução dos trabalhos. Repercussão por m² de superfície construída de obra, de qualquer trabalho auxiliar de pedreiro, necessário para a correcta execução das infra-estruturas de telecomunicações em edifícios (ITED) formadas por: tubagem de entrada, caixa de entrada, passagem aérea de topo (PAT), armário de telecomunicações individual (ATI), tubagem e caixas da rede individual, com um grau de complexidade médio, em edifício de habitação unifamiliar. Inclusive material auxiliar para a correcta execução dos trabalhos.	115.000	3.44	395.60
HYA010c	Artigo	m²	Repercussão por m² de superfície construída de obra, de qualquer trabalho auxiliar de pedreiro, necessário para a correcta execução da instalação de aquecimento formada por: tubagens de distribuição de água, e qualquer outro elemento componente da instalação, com um grau de complexidade médio, em edifício de habitação unifamiliar. Inclusive material auxiliar para a correcta execução dos trabalhos. Repercussão por m² de superfície construída de obra, de qualquer trabalho auxiliar de pedreiro, necessário para a correcta execução da instalação de aquecimento formada por: tubagens de distribuição de água, e qualquer outro elemento componente da instalação, com um grau de complexidade médio, em edifício de habitação unifamiliar. Inclusive material auxiliar para a correcta execução dos trabalhos.	115.000	6.10	701.50
HYA010d	Artigo	m²	Repercussão por m² de superfície construída de obra, de qualquer trabalho auxiliar de pedreiro, necessário para a correcta execução da instalação de abastecimento de água formada por: ramal de ligação, ramal de introdução, contador individual, grupo de bombagem, depósito, montantes, instalação interior, qualquer outro elemento componente da instalação, acessórios e peças especiais, com um grau de complexidade médio, em edifício de habitação unifamiliar. Inclusive material auxiliar para a correcta execução dos trabalhos. Repercussão por m² de superfície construída de obra, de qualquer trabalho auxiliar de pedreiro, necessário para a correcta execução da instalação de abastecimento de água formada por: ramal de ligação, ramal de introdução, contador individual, grupo de bombagem, depósito, montantes, instalação interior, qualquer outro elemento componente da instalação, acessórios e peças especiais, com um grau de complexidade médio, em edifício de habitação unifamiliar. Inclusive material auxiliar para a correcta execução dos trabalhos.	115.000	5.76	662.40
HYA010e	Artigo	m²	Repercussão por m² de superfície construída de obra, de qualquer trabalho auxiliar de pedreiro, necessário para a correcta execução da instalação de apliques e luminárias para iluminação, com um grau de complexidade médio, em edifício de habitação unifamiliar. Inclusive material auxiliar para a correcta execução dos trabalhos. Repercussão por m² de superfície construída de obra, de qualquer trabalho auxiliar de pedreiro, necessário para a correcta execução da instalação de apliques e luminárias para iluminação, com um grau de complexidade médio, em edifício de habitação unifamiliar. Inclusive material auxiliar para a correcta execução dos trabalhos.	115.000	2.06	236.90
HYA010f	Artigo	m²	Repercussão por m² de superfície construída de obra, de qualquer trabalho auxiliar de pedreiro, necessário para a correcta execução da instalação de protecção contra incêndios formada por: equipamentos de detecção e alarme, iluminação de emergência, equipamento de extinção, ventilação, mecanismos e acessórios, com um grau de complexidade médio, em edifício de habitação unifamiliar. Inclusive material auxiliar para a correcta execução dos trabalhos. Repercussão por m² de superfície construída de obra, de qualquer trabalho auxiliar de pedreiro, necessário para a correcta execução da instalação de protecção contra incêndios formada por: equipamentos de detecção e alarme, iluminação de emergência, equipamento de extinção, ventilação, mecanismos e acessórios, com um grau de complexidade médio, em edifício de habitação unifamiliar. Inclusive material auxiliar para a correcta execução dos trabalhos.	115.000	2.30	264.50

IAA034	Artigo	Ud	Antena exterior FM, circular, para captação de sinais de radiodifusão sonora analógica procedentes de emissões terrestres, de 0 dB de ganho e 500 mm de comprimento. Inclusive ancoragens e quantos acessórios sejam necessários para a sua correcta instalação.	1.000	42.16	42.16			
IAA034b	Artigo	Ud	Antena exterior FM, circular, para captação de sinais de radiodifusão sonora analógica procedentes de emissões terrestres, de 0 dB de ganho e 500 mm de comprimento. Inclusive ancoragens e quantos acessórios sejam necessários para a sua correcta instalação.	1.000	40.53	40.53			
IAA034c	Artigo	Ud	Antena exterior DAB para captação de sinais de radiodifusão sonora digital procedentes de emissões terrestres, de 1 elemento, 0 dB de ganho, 15 dB de relação D/A e 555 mm de comprimento. Inclusive ancoragens e quantos acessórios sejam necessários para a sua correcta instalação.	1.000	51.46	51.46			
IAA100	Artigo	m	Antena exterior UHF para captação de sinais de televisão analógica, televisão digital terrestre (TDT) e televisão de alta definição (HDTV) procedentes de emissões terrestres, canais do 21 ao 60, de 13 elementos, 13 dB de ganho, 25 dB de relação D/A. Inclusive ancoragens e quantos acessórios sejam necessários para a sua correcta instalação.	66.470	1.31	87.08			
			Cabo coaxial RG-6 de 75 Ohm de impedância característica média, reacção ao fogo classe Eca, com condutor central de cobre de 1,15 mm de diâmetro, dieléctrico de polietileno celular, lâmina de alumínio/polipropileno/alumínio, malha de fios entrançados de cobre e cobertura exterior de PVC de 6,9 mm de diâmetro de cor branca. Inclusive acessórios e elementos de fixação.						
			Cabo coaxial RG-6 de 75 Ohm de impedância característica média, reacção ao fogo classe Eca, com condutor central de cobre de 1,15 mm de diâmetro, dieléctrico de polietileno celular, lâmina de alumínio/polipropileno/alumínio, malha de fios entrançados de cobre e cobertura exterior de PVC de 6,9 mm de diâmetro de cor branca. Inclusive acessórios e elementos de fixação.						
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Rede interior de utilizador	1	66.470			66.470	66.470
IAA100b	Artigo	m	Cabo coaxial RG-6 de 75 Ohm de impedância característica média, reacção ao fogo classe Fca, com condutor central de cobre de 1,15 mm de diâmetro, dieléctrico de polietileno celular, lâmina de alumínio/polipropileno/alumínio, malha de fios entrançados de cobre e cobertura exterior de PE de 6,9 mm de diâmetro de cor preto. Inclusive acessórios e elementos de fixação.	15.000	1.46	21.90			
			Cabo coaxial RG-6 de 75 Ohm de impedância característica média, reacção ao fogo classe Fca, com condutor central de cobre de 1,15 mm de diâmetro, dieléctrico de polietileno celular, lâmina de alumínio/polipropileno/alumínio, malha de fios entrançados de cobre e cobertura exterior de PE de 6,9 mm de diâmetro de cor preto. Inclusive acessórios e elementos de fixação.						
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Rede exterior	1	15.000			15.000	15.000
IAA120	Artigo	Ud	Tomada separadora dupla, TV/R-SAT, aro e embelezador.	6.000	10.28	61.68			
IAF080	Artigo	m	Tomada separadora dupla, TV/R-SAT, aro e embelezador.	132.950	0.91	120.98			
IAF090	Artigo	Ud	Cabo rígido U/UTP de 4 pares entrançados de cobre, categoria 6, com condutor unifilar de cobre, isolamento de polietileno e bainha exterior de PVC, de 6,2 mm de diâmetro. Inclusive acessórios e elementos de fixação.	12.000	17.51	210.12			
IAO020	Artigo	m	Tomada de voz e dados simples com conector tipo RJ-45 de 8 contactos, categoria 6, aro e embelezador.	11.080	2.48	27.48			
IAO040	Artigo	Ud	Tomada de voz e dados simples com conector tipo RJ-45 de 8 contactos, categoria 6, aro e embelezador.	1.000	36.08	36.08			
IAV010	Artigo	Ud	Cabo dieléctrico para interiores, de 2 fibras ópticas monomodo G657 em tubo central folgado, reacção ao fogo classe Dca-s2,d2,a2, cabos de aramida como elemento de reforço à tracção e coberta de material termoplástico ignifugo, livre de halogéneos de 4,2 mm de diâmetro. Inclusive acessórios e elementos de fixação.	1.000	941.54	941.54			
			Cabo dieléctrico para interiores, de 2 fibras ópticas monomodo G657 em tubo central folgado, reacção ao fogo classe Dca-s2,d2,a2, cabos de aramida como elemento de reforço à tracção e coberta de material termoplástico ignifugo, livre de halogéneos de 4,2 mm de diâmetro. Inclusive acessórios e elementos de fixação.						
			Tomada de fibra óptica com conector tipo SC duplo, suporte e aro.	1.000	36.08	36.08			
			Tomada de fibra óptica com conector tipo SC duplo, suporte e aro.	1.000	941.54	941.54			
			Instalação de kit de vídeo-porteiro convencional P/B anti-vandalismo para habitação unifamiliar composto por: placa exterior de rua anti-vandalismo com botão de pressão de chamada e câmara, fonte de alimentação e monitor com base de ligação. Inclusive abre-portas, viseira, cablagem e caixas.						
			Instalação de kit de vídeo-porteiro convencional P/B anti-vandalismo para habitação unifamiliar composto por: placa exterior de rua anti-vandalismo com botão de pressão de chamada e câmara, fonte de alimentação e monitor com base de ligação. Inclusive abre-portas, viseira, cablagem e caixas.						
			IA		1.728.08	1.728.08			
IC	Capítulo		Aquecimento, climatização e A.Q.S.		8.451.26	8.451.26			
IC011	Artigo	Ud	Caldeira mural mista eléctrica para aquecimento e A.Q.S., potência de 4,5 kW.	1.000	1.783.87	1.783.87			
ICS010	Artigo	m	Caldeira mural mista eléctrica para aquecimento e A.Q.S., potência de 4,5 kW.	14.200	20.77	294.93			
ICS010b	Artigo	m	Circuito primário de sistemas solares térmicos formado por tubo de cobre rígido, de 13/15 mm de diâmetro, colocado superficialmente no interior do edifício, com isolamento através de manga isolante flexível de espuma elastomérica.	126.500	13.02	1.647.03			
			Circuito primário de sistemas solares térmicos formado por tubo de cobre rígido, de 13/15 mm de diâmetro, colocado superficialmente no interior do edifício, com isolamento através de manga isolante flexível de espuma elastomérica.						
ICE040	Artigo	Ud	Tubagem de distribuição de água quente de aquecimento formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), com barreira de oxigénio (EVOH), de 16 mm de diâmetro exterior e 2 mm de espessura, PN=6 atm, colocado superficialmente no interior do edifício, com isolamento através de manga isolante flexível de espuma elastomérica.	1.000	101.61	101.61			
			Tubagem de distribuição de água quente de aquecimento formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), com barreira de oxigénio (EVOH), de 16 mm de diâmetro exterior e 2 mm de espessura, PN=6 atm, colocado superficialmente no interior do edifício, com isolamento através de manga isolante flexível de espuma elastomérica.						
			Radiador de alumínio injectado, com 298,8 kcal/h de emissão calorífica, de 4 elementos, de 425 mm de altura, com frontal plano, para instalação com sistema bitubo, com válvula de seccionamento termostática.	1.000	101.61	101.61			
			Radiador de alumínio injectado, com 298,8 kcal/h de emissão calorífica, de 4 elementos, de 425 mm de altura, com frontal plano, para instalação com sistema bitubo, com válvula de seccionamento termostática.						
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			WC de serviço	1				1.000	1.000
ICE040b	Artigo	Ud	Radiador de alumínio injectado, com 448,2 kcal/h de emissão calorífica, de 6 elementos, de 425 mm de altura, com frontal plano, para instalação com sistema bitubo, com válvula de seccionamento termostática.	9.000	129.19	1.162.71			
			Radiador de alumínio injectado, com 448,2 kcal/h de emissão calorífica, de 6 elementos, de 425 mm de altura, com frontal plano, para instalação com sistema bitubo, com válvula de seccionamento termostática.						
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Casas de banho	2				2.000	
			Cozinha	1				1.000	
			Quartos	4				4.000	
			Hall - corredor	2				2.000	9.000
ICE040c	Artigo	Ud	Radiador de alumínio injectado, com 747 kcal/h de emissão calorífica, de 10 elementos, de 425 mm de altura, com frontal plano, para instalação com sistema bitubo, com válvula de seccionamento termostática.	2.000	184.43	368.86			
			Radiador de alumínio injectado, com 747 kcal/h de emissão calorífica, de 10 elementos, de 425 mm de altura, com frontal plano, para instalação com sistema bitubo, com válvula de seccionamento termostática.						
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Sala de estar - jantar	2				2.000	2.000
ICB006	Artigo	Ud	Colector solar térmico completo, dividido, para instalação individual, para colocação sobre cobertura inclinada, composto por: dois painéis de 2320x1930x90 mm em conjunto, superfície útil total 4,04 m², rendimento óptico 0,819 e coeficiente de perdas primário 4,227 W/m²K, segundo NP EN 12975-2, depósito de 300 l, grupo de bombagem individual, central solar térmica programável.	1.000	3.092.25	3.092.25			
			Colector solar térmico completo, dividido, para instalação individual, para colocação sobre cobertura inclinada, composto por: dois painéis de 2320x1930x90 mm em conjunto, superfície útil total 4,04 m², rendimento óptico 0,819 e coeficiente de perdas primário 4,227 W/m²K, segundo NP EN 12975-2, depósito de 300 l, grupo de bombagem individual, central solar térmica programável.						
			IC		8.451.26	8.451.26			
IE	Capítulo		Eléctricas		3.533.75	3.533.75			
IEP010	Artigo	Ud	Rede de terra para estrutura de betão do edifício com 42 m de condutor de cobre nu de 25 mm².	1.000	108.15	108.15			
IEP030	Artigo	Ud	Rede de terra para estrutura de betão do edifício com 42 m de condutor de cobre nu de 25 mm².	2.000	41.26	82.52			
			Ligação equipotencial em local húmido.						
			Ligação equipotencial em local húmido.						

IEC025	Artigo	Ud	Portinhola tipo P100.					1.000	111.00	111.00
			Portinhola tipo P100.							
IEE030	Artigo	Ud	Entrada monofásica enterrada de 3 m de comprimento para habitação unifamiliar, formada por cabos unipolares com condutores de cobre, XV Eca 2x6 mm ² , sendo a sua tensão nominal de 0,6/1 kV, protegido por tubo de polietileno de parede dupla de 40 mm de diâmetro e caixa de contador individual.					1.000	61.26	61.26
			Entrada monofásica enterrada de 3 m de comprimento para habitação unifamiliar, formada por cabos unipolares com condutores de cobre, XV Eca 2x6 mm ² , sendo a sua tensão nominal de 0,6/1 kV, protegido por tubo de polietileno de parede dupla de 40 mm de diâmetro e caixa de contador individual.							
IEI015	Artigo	Ud	Rede eléctrica de distribuição interior de uma habitação unifamiliar com electrificação elevada, com os seguintes compartimentos: acesso, hall, 2 corredores, sala de jantar/estar, 3 quartos duplos, quarto simples, 2 casas de banho, WC de serviço, cozinha, galeria, varanda, composta de: quadro de entrada; circuitos interiores com cabos protegidos por tubo protector: C1, C2, C3, C4, C5, C7, do tipo C2, 4 C8, C10; mecanismos gama média (tecla ou tampa: branco; aro: branco; embelezador: branco).					1.000	3.170.82	3.170.82
			Rede eléctrica de distribuição interior de uma habitação unifamiliar com electrificação elevada, com os seguintes compartimentos: acesso, hall, 2 corredores, sala de jantar/estar, 3 quartos duplos, quarto simples, 2 casas de banho, WC de serviço, cozinha, galeria, varanda, composta de: quadro de entrada; circuitos interiores com cabos protegidos por tubo protector: C1, C2, C3, C4, C5, C7, do tipo C2, 4 C8, C10; mecanismos gama média (tecla ou tampa: branco; aro: branco; embelezador: branco).							
IE									3.533.75	3.533.75
IF	Capítulo	Abastecimento de água							1.859.83	1.859.83
IFA010	Artigo	Ud	Ramal de ligação enterrado de abastecimento de água potável de 4 m de comprimento, formado por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 2 mm de espessura e válvula de corte alojada na caixa de visita pré-fabricada de polipropileno.					1.000	194.28	194.28
			Ramal de ligação enterrado de abastecimento de água potável de 4 m de comprimento, formado por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 2 mm de espessura e válvula de corte alojada na caixa de visita pré-fabricada de polipropileno.							
IFB010	Artigo	Ud	Ramal de introdução de água potável, de 10 m de comprimento, colocado superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), série 5, de 25 mm de diâmetro exterior.					1.000	43.68	43.68
			Ramal de introdução de água potável, de 10 m de comprimento, colocado superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), série 5, de 25 mm de diâmetro exterior.							
IFC010	Artigo	Ud	Pré-instalação de contador individual de água de 1/2" DN 15 mm, colocado em nicho, com duas válvulas de corte adufa.					1.000	46.34	46.34
			Pré-instalação de contador individual de água de 1/2" DN 15 mm, colocado em nicho, com duas válvulas de corte adufa.							
IFI010	Artigo	Ud	Instalação interior de abastecimento de água para WC de serviço com capacidade para: sanita, lavatório simples, realizada com polietileno reticulado (PE-X), para a rede de água fria e quente.					1.000	270.85	270.85
			Instalação interior de abastecimento de água para WC de serviço com capacidade para: sanita, lavatório simples, realizada com polietileno reticulado (PE-X), para a rede de água fria e quente.							
IFI010b	Artigo	Ud	Instalação interior de abastecimento de água para casa de banho com capacidade para: sanita, lavatório simples, banheira, bidé, realizada com polietileno reticulado (PE-X), para a rede de água fria e quente.					2.000	418.58	837.16
			Instalação interior de abastecimento de água para casa de banho com capacidade para: sanita, lavatório simples, banheira, bidé, realizada com polietileno reticulado (PE-X), para a rede de água fria e quente.							
IFI010c	Artigo	Ud	Instalação interior de abastecimento de água para cozinha com capacidade para: lava-loiças, tomada e válvula de sectionamento para máquina de lavar loiça, realizada com polietileno reticulado (PE-X), para a rede de água fria e quente.					1.000	247.18	247.18
			Instalação interior de abastecimento de água para cozinha com capacidade para: lava-loiças, tomada e válvula de sectionamento para máquina de lavar loiça, realizada com polietileno reticulado (PE-X), para a rede de água fria e quente.							
IFI010d	Artigo	Ud	Instalação interior de abastecimento de água para galeria com capacidade para: tanque de lavar roupa, tomada e válvula de sectionamento para máquina de lavar roupa, realizada com polietileno reticulado (PE-X), para a rede de água fria e quente.					1.000	220.34	220.34
			Instalação interior de abastecimento de água para galeria com capacidade para: tanque de lavar roupa, tomada e válvula de sectionamento para máquina de lavar roupa, realizada com polietileno reticulado (PE-X), para a rede de água fria e quente.							
IF									1.859.83	1.859.83
II	Capítulo	Iluminação							1.611.81	1.611.81
III100	Artigo	Ud	Fornecimento e instalação encastrada de luminária circular de tecto Downlight, de 250 mm de diâmetro, para 2 lâmpadas fluorescentes TC-D de 26 W; com aro exterior e corpo interior de alumínio injectado, acabamento lacado, de cor branca; reflector de alumínio de alta pureza e balastro magnético; protecção IP20 e isolamento classe F. Inclusive lâmpadas.					13.000	111.15	1.444.95
			Fornecimento e instalação encastrada de luminária circular de tecto Downlight, de 250 mm de diâmetro, para 2 lâmpadas fluorescentes TC-D de 26 W; com aro exterior e corpo interior de alumínio injectado, acabamento lacado, de cor branca; reflector de alumínio de alta pureza e balastro magnético; protecção IP20 e isolamento classe F. Inclusive lâmpadas.							
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
			Sala de estar - jantar (Tipo A)	2				2.000		
			Quartos (Tipo A)	4				4.000		
			Casas de banho (Tipo A)	3				3.000		
			Cozinha (Tipo A)	2				2.000		
			Hall - corredor (Tipo A)	2				2.000	13.000	
III005	Artigo	Ud	Fornecimento e instalação na superfície do tecto de luminária, de 210x210x100 mm, para 1 lâmpada incandescente A 60 de 75 W, com corpo de luminária de alumínio injectado e aço inoxidável, vidro transparente com estrutura óptica, porta-lâmpadas E 27, classe de protecção I, grau de protecção IP65, isolamento classe F. Inclusive lâmpadas.					1.000	166.86	166.86
			Fornecimento e instalação na superfície do tecto de luminária, de 210x210x100 mm, para 1 lâmpada incandescente A 60 de 75 W, com corpo de luminária de alumínio injectado e aço inoxidável, vidro transparente com estrutura óptica, porta-lâmpadas E 27, classe de protecção I, grau de protecção IP65, isolamento classe F. Inclusive lâmpadas.							
II									1.611.81	1.611.81
IO	Capítulo	Contra Incêndios							44.41	44.41
IOX010	Artigo	Ud	Extintor portátil de pó químico ABC polivalente antibrasa, pressurizado, de eficácia 21A-144B-C, com 6 kg de agente extintor, com manómetro e mangueira com casquilho difusor. Inclusive suporte e acessórios de montagem.					1.000	44.41	44.41
			Extintor portátil de pó químico ABC polivalente antibrasa, pressurizado, de eficácia 21A-144B-C, com 6 kg de agente extintor, com manómetro e mangueira com casquilho difusor. Inclusive suporte e acessórios de montagem.							
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
			Habitação	1				1.000	1.000	
IO									44.41	44.41
IS	Capítulo	Drenagem de águas							2.087.72	2.087.72
ISB010	Artigo	m	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formado por tubo de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura; união colada com adesivo. Inclusive líquido de limpeza, adesivo para tubos e acessórios de PVC, material auxiliar para montagem e fixação, acessórios e peças especiais.					6.350	17.71	112.46
			Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formado por tubo de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura; união colada com adesivo. Inclusive líquido de limpeza, adesivo para tubos e acessórios de PVC, material auxiliar para montagem e fixação, acessórios e peças especiais.							
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
			Cozinhas	1	6.350			6.350	6.350	
ISB010b	Artigo	m	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formado por tubo de PVC, série B, de 125 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura; união colada com adesivo. Inclusive líquido de limpeza, adesivo para tubos e acessórios de PVC, material auxiliar para montagem e fixação, acessórios e peças especiais.					12.700	23.17	294.26
			Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formado por tubo de PVC, série B, de 125 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura; união colada com adesivo. Inclusive líquido de limpeza, adesivo para tubos e acessórios de PVC, material auxiliar para montagem e fixação, acessórios e peças especiais.							
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
			Residuais domésticas	1	12.700			12.700	12.700	
ISB020	Artigo	m	Tubo de queda circular de PVC com óxido de titânio, de Ø 80 mm, cor cinzento claro, para recolha de águas, formada por peças pré-formadas, com sistema de união por encaixe e colado com adesivo, colocadas com abraçadeiras metálicas, instalada no exterior do edifício. Inclusive líquido de limpeza, adesivo para tubos e acessórios de PVC, ligações, curvas e peças especiais.					12.100	13.03	157.66
			Tubo de queda circular de PVC com óxido de titânio, de Ø 80 mm, cor cinzento claro, para recolha de águas, formada por peças pré-formadas, com sistema de união por encaixe e colado com adesivo, colocadas com abraçadeiras metálicas, instalada no exterior do edifício. Inclusive líquido de limpeza, adesivo para tubos e acessórios de PVC, ligações, curvas e peças especiais.							
ISC010	Artigo	m	Caleira circular de PVC com óxido de titânio, de desenvolvimento 250 mm, cor cinzento claro.					34.640	12.80	443.39

ISD020	Artigo	Ud	Caieira circular de PVC com óxido de titânio, de desenvolvimento 250 mm, cor cinzento claro. Rede interior de drenagem para WC de serviço com capacidade para: sanita, lavatório simples, realizada com tubo de PVC, série B.	1.000	173.87	173.87			
ISD020b	Artigo	Ud	Rede interior de drenagem para casa de banho com capacidade para: sanita, lavatório simples, banheira, bidé, realizada com tubo de PVC, série B.	2.000	302.40	604.80			
ISD020c	Artigo	Ud	Rede interior de drenagem para cozinha com capacidade para: lava-loiças, tomada de descarga para máquina de lavar loiça, realizada com tubo de PVC, série B.	1.000	150.64	150.64			
ISD020d	Artigo	Ud	Rede interior de drenagem para cozinha com capacidade para: lava-loiças, tomada de descarga para máquina de lavar loiça, realizada com tubo de PVC, série B. Rede interior de drenagem para galeria com capacidade para: tanque de lavar roupa, tomada de descarga para máquina de lavar roupa, realizada com tubo de PVC, série B. Rede interior de drenagem para galeria com capacidade para: tanque de lavar roupa, tomada de descarga para máquina de lavar roupa, realizada com tubo de PVC, série B.	1.000	150.64	150.64			
			IS		2.087.72	2.087.72			
IV	Capítulo	Ventilação			1.541.64	1.541.64			
IVA010	Artigo	Ud	Fornecimento e colocação de arejador de passagem, de alumínio, caudal máximo 15 l/s, de 725x20x82 mm, com silenciador acústico de espuma de resina de melamina e isolamento acústico de 34 dBA. Inclusive elementos de fixação.	4.000	33.63	134.52			
IVA010b	Artigo	Ud	Fornecimento e colocação de arejador de passagem, de alumínio, caudal máximo 15 l/s, de 725x20x82 mm, com silenciador acústico de espuma de resina de melamina e isolamento acústico de 34 dBA. Inclusive elementos de fixação.	5.000	51.13	255.65			
IVA010c	Artigo	Ud	Fornecimento e montagem de arejador de admissão graduável, de alumínio lacado em cor a escolher do catálogo RAL, caudal máximo 10 l/s, de 1200x80x12 mm, com abertura de 800x12 mm, isolamento acústico de 39 dBA e filtro antipoluição. Inclusive elementos de fixação.	4.000	17.49	69.96			
IVH030	Artigo	Ud	Fornecimento e montagem de boca de extracção, auto-regulável, caudal máximo 16,7 l/s, isolamento acústico de 56 dBA formada por grelha, corpo de plástico cor branca de 170 mm de diâmetro exterior com pescoço de união de 125 mm de diâmetro exterior com pescoço de união de 125 mm de diâmetro e regulador de plástico. Inclusive elementos de fixação.	1.000	684.46	684.46			
IVK010	Artigo	Ud	Fornecimento e instalação no extremo exterior da conduta de extracção (boca de expulsão), em habitação unifamiliar, de extracto estático mecânico, de 153 mm de diâmetro e 415 mm de altura, de 250 m³/h de caudal máximo, 137 W de potência máxima com motor de alimentação monofásica (230V/50Hz) e 900 r.p.m. de velocidade máxima. Inclusive material de fixação.	1.000	85.58	85.58			
IVK030	Artigo	Ud	Fornecimento e instalação no extremo exterior da conduta de extracção (boca de expulsão), em habitação unifamiliar, de extracto estático mecânico, de 153 mm de diâmetro e 415 mm de altura, de 250 m³/h de caudal máximo, 137 W de potência máxima com motor de alimentação monofásica (230V/50Hz) e 900 r.p.m. de velocidade máxima. Inclusive material de fixação.	1.000	176.76	176.76			
IVV020	Artigo	m	Condução circular de ventilação formada por tubo de chapa de aço galvanizado de parede simples lisa, auto-conectável macho-fêmea, de 100 mm de diâmetro e 0,6 mm de espessura da chapa, colocada em posição horizontal. Inclusive material auxiliar para montagem e fixação, acessórios e peças especiais.	7.850	9.41	73.87			
IVV020b	Artigo	m	Condução circular de ventilação formada por tubo de chapa de aço galvanizado de parede simples helicoidal, de 100 mm de diâmetro e 0,5 mm de espessura, colocada em posição horizontal. Inclusive material auxiliar para montagem e fixação, acessórios e peças especiais.	7.850	7.75	60.84			
			IV		1.541.64	1.541.64			
			I		22.283.12	22.283.12			
N	Capítulo	Isolamentos e impermeabilizações			2.733.00	2.733.00			
NA	Capítulo	Isolamentos térmicos			1.765.12	1.765.12			
NAF020	Artigo	m²	Isolamento térmico pelo interior em fachada dupla de alvenaria para revestir, formado por painel rígido de lã mineral, segundo EN 13162, não revestido, de 40 mm de espessura, resistência térmica 1,1 m²C/W, condutibilidade térmica 0,035 W/(m°C), colocado topo a topo e fixado por pontos de cimento cola. Inclusive fita autocolante para vedação de juntas.	176.160	10.02	1.765.12			
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Fachada para a rua	1	176.160			176.160	176.160
			NA					1.765.12	1.765.12
NB	Capítulo	Isolamentos acústicos			295.33	295.33			
NBA030	Artigo	Ud	Isolamento acústico a sons de condução aérea de curva de tubo de queda de 90 mm de diâmetro, realizado com banda autocolante dessolidarizante de 90 mm de largura e de 4 mm de espessura, formada por uma lâmina de poliolefinas de alta resistência e uma lâmina viscoelástica de alta densidade de 2 mm de espessura.	2.000	9.24	18.48			
NBA030b	Artigo	Ud	Isolamento acústico a sons de condução aérea de curva de tubo de queda de 125 mm de diâmetro, realizado com banda autocolante dessolidarizante de 90 mm de largura e de 4 mm de espessura, formada por uma lâmina de poliolefinas de alta resistência e uma lâmina viscoelástica de alta densidade de 2 mm de espessura.	1.000	9.97	9.97			
NBL020	Artigo	m²	Isolamento acústico a sons de condução aérea de curva de tubo de queda de 125 mm de diâmetro, realizado com banda autocolante dessolidarizante de 90 mm de largura e de 4 mm de espessura, formada por uma lâmina de poliolefinas de alta resistência e uma lâmina viscoelástica de alta densidade de 2 mm de espessura.	97.760	2.73	266.88			
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Casa de banho principal	1	4.840			4.840	
			Casa de banho secundária	1	3.480			3.480	
			WC de serviço	1	2.990			2.990	
			Cozinha	1	11.030			11.030	
			Galeria	1	4.610			4.610	
			Quartos	4	8.440			33.760	
			Hall - corredor	1	11.480			11.480	
			Sala de estar - jantar	1	25.570			25.570	97.760
			NB					295.33	295.33
NI	Capítulo	Impermeabilizações			281.50	281.50			

NIG020	Artigo	m ²	Impermeabilização de galerias e varandas, situadas sobre espaços não habitáveis, executada com membrana de betume modificado com elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP, com armadura de feltro de poliéster não tecido de 160 g/m ² , de superfície não protegida, fixada com emulsão asfáltica aniônica com cargas ao suporte de argamassa de cimento CEM II/B-L 32,5 N tipo M-5, confeccionada em obra com 230 kg/m ³ de cimento e uma proporção em volume 1/6, com espessura média de 4 cm e pendente de 1% a 5%, acabamento afagado, e protegida com camada separadora.	10.000	28.15	281.50				
			Impermeabilização de galerias e varandas, situadas sobre espaços não habitáveis, executada com membrana de betume modificado com elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP, com armadura de feltro de poliéster não tecido de 160 g/m ² , de superfície não protegida, fixada com emulsão asfáltica aniônica com cargas ao suporte de argamassa de cimento CEM II/B-L 32,5 N tipo M-5, confeccionada em obra com 230 kg/m ³ de cimento e uma proporção em volume 1/6, com espessura média de 4 cm e pendente de 1% a 5%, acabamento afagado, e protegida com camada separadora.	Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
			Varandas	1	10.000			10.000	10.000	
			NI						281.50	281.50
ND	Capítulo		Drenagens						391.05	391.05
NDS020	Artigo	m ²	Drenagem sob laje térrea, com lâmina drenante e filtrante de estrutura nodular de polietileno de alta densidade (PEAD/HDPE), com nódulos de 8 mm de altura, com geotêxtil de polipropileno incorporado, resistência à compressão 150 kN/m ² segundo EN ISO 604, capacidade de drenagem 5 l/(s·m) e massa nominal 0,7 kg/m ² , colocada com sobreposições na base da laje térrea, sobre o terreno; preparada para receber directamente o betão da laje térrea.	79.160	4.94	391.05				
			Drenagem sob laje térrea, com lâmina drenante e filtrante de estrutura nodular de polietileno de alta densidade (PEAD/HDPE), com nódulos de 8 mm de altura, com geotêxtil de polipropileno incorporado, resistência à compressão 150 kN/m ² segundo EN ISO 604, capacidade de drenagem 5 l/(s·m) e massa nominal 0,7 kg/m ² , colocada com sobreposições na base da laje térrea, sobre o terreno; preparada para receber directamente o betão da laje térrea.							
			ND			391.05	391.05			
			N			2.733.00	2.733.00			
Q	Capítulo		Coberturas			9.365.39	9.365.39			
QT	Capítulo		Inclinadas			8.354.81	8.354.81			
QTT210	Artigo	m ²	Cobertura inclinada com uma pendente média de 30%, composta de: formação de pendentes: painel cerâmico furado com ligação macho-fêmea, para revestir, 50x20x3 cm sobre muretes de 100 cm de altura média; revestimento: telha lusa cerâmica, cor vermelho, 43x26 cm; assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, dosificação 1:8.	83.850	99.64	8.354.81				
			Cobertura inclinada com uma pendente média de 30%, composta de: formação de pendentes: painel cerâmico furado com ligação macho-fêmea, para revestir, 50x20x3 cm sobre muretes de 100 cm de altura média; revestimento: telha lusa cerâmica, cor vermelho, 43x26 cm; assente com argamassa de cimento, confeccionada em obra, dosificação 1:8.							
			QT			8.354.81	8.354.81			
QR	Capítulo		Remates			1.010.58	1.010.58			
QRE010	Artigo	Ud	Encontro de vertente de telhado com chaminés ou condutas de ventilação através de banda ajustável composta por liga de alumínio e zinco e lâmina flexível de chumbo natural de 1 mm de espessura, formando duplo rufo, fixada com perfil de aço inoxidável.	3.000	196.32	588.96				
			Encontro de vertente de telhado com chaminés ou condutas de ventilação através de banda ajustável composta por liga de alumínio e zinco e lâmina flexível de chumbo natural de 1 mm de espessura, formando duplo rufo, fixada com perfil de aço inoxidável.							
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
			Ventilação de casas de banho e WC's de serviço	3				3.000	3.000	
QRE020	Artigo	m	Rufo composto por liga de alumínio e zinco e lâmina flexível de chumbo natural de 1 mm de espessura, no encontro de laje vertical do telhado com paramento vertical.	13.860	30.42	421.62				
			Rufo composto por liga de alumínio e zinco e lâmina flexível de chumbo natural de 1 mm de espessura, no encontro de vertente do telhado com paramento vertical.							
			QR			1.010.58	1.010.58			
			Q			9.365.39	9.365.39			
R	Capítulo		Revestimentos			22.458.11	22.458.11			
RA	Capítulo		Descontínuos ligeiros			2.843.06	2.843.06			
RAG014	Artigo	m ²	Ladrilhamento com azulejo acabamento liso, 20x20 cm, 8 €/m ² , capacidade de absorção de água E>10%, grupo BIII, resistência ao deslizamento até 15, colocado sobre uma superfície suporte de argamassa de cimento ou betão, em paramentos interiores, assente com cimento cola de utilização exclusiva para interiores, Ci cinzento, sem junta (separação entre 1,5 e 3 mm); cantoneiras de PVC.	126.078	22.55	2.843.06				
			Ladrilhamento com azulejo acabamento liso, 20x20 cm, 8 €/m ² , capacidade de absorção de água E>10%, grupo BIII, resistência ao deslizamento até 15, colocado sobre uma superfície suporte de argamassa de cimento ou betão, em paramentos interiores, assente com cimento cola de utilização exclusiva para interiores, Ci cinzento, sem junta (separação entre 1,5 e 3 mm); cantoneiras de PVC.							
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
			Casa de banho principal	1	9.810		2.450	24.035		
			Casa de banho secundária	1	8.340		2.450	20.433		
			WC de serviço	1	7.840		2.450	19.208		
			Cozinha	1	15.640		2.450	38.318		
			Galeria	1	9.830		2.450	24.084	126.078	
			RA					2.843.06	2.843.06	
RE	Capítulo		Escadas			1.825.02	1.825.02			
REP010	Artigo	Ud	Revestimento de escada recta de dois tramos com descanso, com 18 degraus de 110 cm de largura, formado por cobertor de mármore Serpeggiante, acabamento polido, espelho de mármore Arabescato Broùille, acabamento polido e rodapé de escada de mármore Serpeggiante de duas peças de 37x7x2 cm, colocado num lateral, assente com argamassa de cimento M-5.	1.000	1.825.02	1.825.02				
			Revestimento de escada recta de dois tramos com descanso, com 18 degraus de 110 cm de largura, formado por cobertor de mármore Serpeggiante, acabamento polido, espelho de mármore Arabescato Broùille, acabamento polido e rodapé de escada de mármore Serpeggiante de duas peças de 37x7x2 cm, colocado num lateral, assente com argamassa de cimento M-5.							
			RE			1.825.02	1.825.02			
RI	Capítulo		Pinturas em paramentos interiores			1.860.39	1.860.39			
RIP025	Artigo	m ²	Aplicação manual de duas demãos de tinta plástica cor branca, acabamento mate, textura lisa, a primeira demão diluída com 20% de água e a seguinte não diluída, (rendimento: 0,1 l/m ² cada demão); aplicação prévia de uma demão de primário à base de copolímeros acrílicos em suspensão aquosa, sobre paramento interior de argamassa de cimento, vertical, até 3 m de altura.	25.000	5.07	126.75				
			Aplicação manual de duas demãos de tinta plástica cor branca, acabamento mate, textura lisa, a primeira demão diluída com 20% de água e a seguinte não diluída, (rendimento: 0,1 l/m ² cada demão); aplicação prévia de uma demão de primário à base de copolímeros acrílicos em suspensão aquosa, sobre paramento interior de argamassa de cimento, vertical, até 3 m de altura.							
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
			Tecto garagem	1	25.000			25.000	25.000	
RIP030	Artigo	m ²	Aplicação manual de duas demãos de tinta plástica cor branca, acabamento mate, textura lisa, a primeira demão diluída com 20% de água e a seguinte não diluída, (rendimento: 0,1 l/m ² cada demão); aplicação prévia de uma demão de primário à base de copolímeros acrílicos em suspensão aquosa, sobre paramento interior de gesso ou escaiola, vertical, até 3 m de altura.	64.000	5.28	337.92				
			Aplicação manual de duas demãos de tinta plástica cor branca, acabamento mate, textura lisa, a primeira demão diluída com 20% de água e a seguinte não diluída, (rendimento: 0,1 l/m ² cada demão); aplicação prévia de uma demão de primário à base de copolímeros acrílicos em suspensão aquosa, sobre paramento interior de gesso ou escaiola, vertical, até 3 m de altura.							
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
			Tecto casa de banho principal	1	4.840			4.840		
			Tecto casa de banho secundária	1	3.480			3.480		
			Tecto wc de serviço	1	2.990			2.990		
			Tecto cozinha	1	11.030			11.030		
			Tecto galeria	1	4.610			4.610		
			Tecto hall - corredor	1	11.480			11.480		

				Tecto sala de estar - jantar	1	25.570		25.570	64.000		
RIP035	Artigo	m ²	Aplicação manual de duas demãos de tinta plástica cor branca, acabamento mate, textura lisa, a primeira demão diluída com 20% de água e a seguinte não diluída, (rendimento: 0,1 l/m ² cada demão); aplicação prévia de uma demão de primário à base de copolímeros acrílicos em suspensão aquosa, sobre paramento interior de gesso projectado ou placas de gesso laminado vertical, até 3 m de altura. Aplicação manual de duas demãos de tinta plástica cor branca, acabamento mate, textura lisa, a primeira demão diluída com 20% de água e a seguinte não diluída, (rendimento: 0,1 l/m ² cada demão); aplicação prévia de uma demão de primário à base de copolímeros acrílicos em suspensão aquosa, sobre paramento interior de gesso projectado ou placas de gesso laminado, vertical, até 3 m de altura.						238.584	5.85	1.395.72
					Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
				Quartos	4	9.150		2.750	100.650		
				Tecto quartos	4	8.440			33.760		
				Hall - corredor	1	19.020		2.450	46.599		
				Sala de estar - jantar	1	23.500		2.450	57.575	238.584	
				RI					1.860.39	1.860.39	
RP	Capítulo		Conglomerados tradicionais						5.738.18	5.738.18	
RPE005	Artigo	m ²	Emboço de cimento, aplicado directamente, aplicado sobre um paramento vertical interior, até 3 m de altura, acabamento superficial rugoso, com argamassa de cimento, tipo GP CSII W0. Emboço de cimento, aplicado directamente, aplicado sobre um paramento vertical interior, até 3 m de altura, acabamento superficial rugoso, com argamassa de cimento, tipo GP CSII W0.						25.000	13.85	346.25
					Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
				Garagem	1	25.000			25.000	25.000	
RPE012	Artigo	m ²	Emboço de cimento, com aplicação de mestras, aplicado sobre um paramento vertical interior, acabamento superficial riscado, para servir de base a um posterior ladrilhamento, com argamassa de cimento, tipo GP CSII W0. Emboço de cimento, com aplicação de mestras, aplicado sobre um paramento vertical interior, acabamento superficial riscado, para servir de base a um posterior ladrilhamento, com argamassa de cimento, tipo GP CSII W0.						126.050	18.54	2.336.97
					Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
				Casa de banho principal	1	24.020			24.020		
				Casa de banho secundária	1	20.420			20.420		
				WC de serviço	1	19.210			19.210		
				Cozinha	1	38.320			38.320		
				Galeria	1	24.080			24.080	126.050	
RPG015	Artigo	m ²	Revestimento de gesso de construção B1, projectado, com aplicação de mestras, sobre paramento vertical, até 3 m de altura, prévia colocação de malha anti-álcalis nas mudanças de material, acabamento estucado com gesso de aplicação em camada fina C6, de 15 mm de espessura, com perfil para protecção de arestas. Revestimento de gesso de construção B1, projectado, com aplicação de mestras, sobre paramento vertical, até 3 m de altura, prévia colocação de malha anti-álcalis nas mudanças de material, acabamento estucado com gesso de aplicação em camada fina C6, de 15 mm de espessura, com perfil para protecção de arestas.						204.824	13.13	2.689.34
					Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
				Quartos	4	9.150		2.750	100.650		
				Hall - corredor	1	19.020		2.450	46.599		
				Sala de estar - jantar	1	23.500		2.450	57.575	204.824	
RPG015b	Artigo	m ²	Revestimento de gesso de construção B1, projectado, aplicado directamente, sobre paramento horizontal, até 3 m de altura, prévia colocação de malha anti-álcalis nas mudanças de material, acabamento estucado com gesso de aplicação em camada fina C6, de 15 mm de espessura, sem perfil para protecção de arestas. Revestimento de gesso de construção B1, projectado, aplicado directamente, sobre paramento horizontal, até 3 m de altura, prévia colocação de malha anti-álcalis nas mudanças de material, acabamento estucado com gesso de aplicação em camada fina C6, de 15 mm de espessura, sem perfil para protecção de arestas.						33.760	10.83	365.62
					Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
				Quartos	4	8.440			33.760	33.760	
				RP					5.738.18	5.738.18	
RQ	Capítulo		Sistemas monomassa industriais						5.052.38	5.052.38	
RQO010	Artigo	m ²	Revestimento de paramentos exteriores com argamassa monomassa acabamento com pedra projectada, cor a escolher, tipo OC CSIII W1 segundo EN 998-1, espessura 15 mm, aplicado manualmente, armada e reforçada com malha anti-álcalis nas mudanças de material e nas testas de laje. Revestimento de paramentos exteriores com argamassa monomassa acabamento com pedra projectada, cor a escolher, tipo OC CSIII W1 segundo EN 998-1, espessura 15 mm, aplicado manualmente, armada e reforçada com malha anti-álcalis nas mudanças de material e nas testas de laje.						186.160	27.14	5.052.38
					Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
				Fachada para a rua	1	176.160			176.160		
				Varandas	1	10.000			10.000	186.160	
				RQ					5.052.38	5.052.38	
RS	Capítulo		Pavimentos						4.203.40	4.203.40	
RSB020	Artigo	m ²	Base para pavimento interior, de 40 mm de espessura, de argamassa autonivelante de cimento CT - C10 - F3 segundo EN 13813, descarga com misturadora-bombadora, sobre lâmina de isolamento para formação de pavimento flutuante; e aplicação posterior de líquido de cura incolor, (0,15 l/m ²). Inclusive banda de painel rígido de poliestireno expandido para a orenaração das juntas perimetrais de dilatação. Base para pavimento interior, de 40 mm de espessura, de argamassa autonivelante de cimento CT - C10 - F3 segundo EN 13813, descarga com misturadora-bombadora, sobre lâmina de isolamento para formação de pavimento flutuante; e aplicação posterior de líquido de cura incolor, (0,15 l/m ²). Inclusive banda de painel rígido de poliestireno expandido para a preparação das juntas perimetrais de dilatação.						97.760	6.71	655.97
					Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
				Casa de banho principal	1	4.840			4.840		
				Casa de banho secundária	1	3.480			3.480		
				WC de serviço	1	2.990			2.990		
				Cozinha	1	11.030			11.030		
				Galeria	1	4.610			4.610		
				Quartos	4	8.440			33.760		
				Hall - corredor	1	11.480			11.480		
				Sala de estar - jantar	1	25.570			25.570	97.760	
RSC010	Artigo	m ²	Pavimento de ladrilhos de marmorite grão médio (entre 6 e 27 mm), com classificação de utilização utilização normal para interiores, 40x40 cm, cor Vermelho Alicante, colocadas com maceta sobre leito de argamassa de cimento, confeccionada em obra, dosificação 1:6 e enchimento das juntas com leitada de cimento branco BL-V 22,5 colorida com a mesma tonalidade dos ladrilhos. Pavimento de ladrilhos de marmorite grão médio (entre 6 e 27 mm), com classificação de utilização utilização normal para interiores, 40x40 cm, cor Vermelho Alicante, colocadas com maceta sobre leito de argamassa de cimento, confeccionada em obra, dosificação 1:6 e enchimento das juntas com leitada de cimento branco BL-V 22,5 colorida com a mesma tonalidade dos ladrilhos.						10.000	27.19	271.90
					Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
				Varandas	1	10.000			10.000	10.000	
RSC020	Artigo	m	Rodapé de marmorite microgrão (menor ou igual a 6 mm), cor Marfim, para interiores, 40x7 cm, com o bordo desgrossoado e um grau de polimento de 220. Rodapé de marmorite microgrão (menor ou igual a 6 mm), cor Marfim, para interiores, 40x7 cm, com o bordo desgrossoado e um grau de polimento de 220.						19.590	6.24	122.24
					Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal	
				Varandas	1	19.590			19.590	19.590	
RSC030	Artigo	m ²	Polimento e abrlhantamento mecânicos em obra de pavimento interior de marmorite.						10.000	13.76	137.60

Polimento e abridhantamento mecânicos em obra de pavimento interior de marmorite.

			Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal			
			Varandas	1	10.000			10.000	10.000		
RSG011	Artigo	m ²	Pavimento de ladrilhos cerâmicos de grés esmaltado, de 30x30 cm, 8 €/m ² , capacidade de absorção de água E<3%, grupo Blb, resistência ao deslizamento até 15, assentes com argamassa de cimento M-5 de 3 cm de espessura e enchimento das juntas com argamassa de juntas cimentosa tipo L, cor branca, para juntas de até 3 mm. Pavimento de ladrilhos cerâmicos de grés esmaltado, de 30x30 cm, 8 €/m ² , capacidade de absorção de água E<3%, grupo Blb, resistência ao deslizamento até 15, assentes com argamassa de cimento M-5 de 3 cm de espessura e enchimento das juntas com argamassa de juntas cimentosa tipo L, cor branca, para juntas de até 3 mm.						26.950	20.79	560.29
			Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal			
			Casa de banho principal	1	4.840			4.840			
			Casa de banho secundária	1	3.480			3.480			
			WC de serviço	1	2.990			2.990			
			Cozinha	1	11.030			11.030			
			Galeria	1	4.610			4.610	26.950		
RSL010	Artigo	m ²	Pavimento laminado FINfloor Original "FINSAs", de lâminas de 1200x189 mm e 8 mm de espessura, Classe 33: Comercial intenso, resistência à abrasão AC5, Euroclasse Bfl-s1 de reacção ao fogo, formado por painel base de HDF hidrófugo, de 1 régua, com face interior de papel kraft, face superior de laminado decorativo de Pino Lofoten revestido de uma camada superficial de protecção plástica e cantos vedados com parafina anti-humidade, ensablado sem cola, tipo 'Clic', colocadas sobre manta de espuma de polietileno reticulado, de células fechadas, para isolamento a ruído de impacto, revestido numa das suas faces com um filme de polietileno que actua como barreira de vapor FINfloor Silent Pavimento laminado FINfloor Original "FINSAs", de lâminas de 1200x189 mm e 8 mm de espessura, Classe 33: Comercial intenso, resistência à abrasão AC5, Euroclasse Bfl-s1 de reacção ao fogo, formado por painel base de HDF hidrófugo, de 1 régua, com face interior de papel kraft, face superior de laminado decorativo de Pino Lofoten revestido de uma camada superficial de protecção plástica e cantos vedados com parafina anti-humidade, ensablado sem cola, tipo 'Clic', colocadas sobre manta de espuma de polietileno reticulado, de células fechadas, para isolamento a ruído de impacto, revestido numa das suas faces com um filme de polietileno que actua como barreira de vapor FINfloor Silent Elite Underfloor "FINSAs" de 2 mm de espessura						70.810	26.27	1.860.18
			Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal			
			Quartos	4	8.440			33.760			
			Hall - corredor	1	11.480			11.480			
			Sala de estar - jantar	1	25.570			25.570	70.810		
RSL020	Artigo	m	Rodapé de MDF, de 58x12 mm, recoberto com uma lâmina plástica de imitação de madeira, cor a escolher, fixado ao paramento através de pregos. Rodapé de MDF, de 58x12 mm, recoberto com uma lâmina plástica de imitação de madeira, cor a escolher, fixado ao paramento através de pregos.						74.320	4.82	358.22
			Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal			
			Quartos	4	8.350			33.400			
			Hall - corredor	1	18.220			18.220			
			Sala de estar - jantar	1	22.700			22.700	74.320		
RSI004	Artigo	m ²	Polimento mecânico em obra de superfície de betão endurecido, através de espalhamento de leitada de cimento 1/2 CEM II/B-L 32,5 N; desbastamento ou rebaixamento, com uma mó basta entre 36 e 60, segundo o estado em que se encontrar o solo; planificação ou polimento basto, com abrasivo de grão entre 80 e 120; espalhamento de uma nova leitada com as mesmas características que a primeira; e correcção com abrasivo de grão 220. Polimento mecânico em obra de superfície de betão endurecido, através de espalhamento de leitada de cimento 1/2 CEM II/B-L 32,5 N; desbastamento ou rebaixamento, com uma mó basta entre 36 e 60, segundo o estado em que se encontrar o solo; planificação ou polimento basto, com abrasivo de grão entre 80 e 120; espalhamento de uma nova leitada com as mesmas características que a primeira; e correcção com abrasivo de grão 220.						25.000	9.48	237.00
			RS					4.203.40	4.203.40		
RT	Capítulo	Tectos falsos						935.68	935.68		
RTA010	Artigo	m ²	Tecto falso contínuo suspenso, situado a uma altura menor de 4 m, formado por placas de escaiola com nervuras, de 60x60 cm, com canto biselado e acabamento liso, suspensas da laje através de estopadas suspensas. Tecto falso contínuo suspenso, situado a uma altura menor de 4 m, formado por placas de escaiola com nervuras, de 60x60 cm, com canto biselado e acabamento liso, suspensas da laje através de estopadas suspensas.						64.000	14.62	935.68
			Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal			
			Casa de banho principal	1	4.840			4.840			
			Casa de banho secundária	1	3.480			3.480			
			WC de serviço	1	2.990			2.990			
			Cozinha	1	11.030			11.030			
			Galeria	1	4.610			4.610			
			Hall - corredor	1	11.480			11.480			
			Sala de estar - jantar	1	25.570			25.570	64.000		
			RT					935.68	935.68		
			R					22.458.11	22.458.11		
S	Capítulo	Equipamentos fixos e sinalização						4.253.34	4.253.34		
SA	Capítulo	Aparelhos sanitários						1.893.14	1.893.14		
SAC010	Artigo	Ud	Conjunto de aparelhos sanitários em WC de serviço formado por: lavatório de porcelana sanitária, mural com semi-coluna, gama básica, cor branco, de 520x410 mm; sanita de porcelana sanitária, com tanque baixo, gama básica, cor branco, com assento e tampa lacados, mecanismo de descarga de 3/6 litros, com jogo de fixação e curva de evacuação. Incluindo elementos de drenagem, válvulas de seccionamento, ligações de alimentação flexíveis e vedação com silicone. Conjunto de aparelhos sanitários em WC de serviço formado por: lavatório de porcelana sanitária, mural com semi-coluna, gama básica, cor branco, de 520x410 mm; sanita de porcelana sanitária, com tanque baixo, gama básica, cor branco, com assento e tampa lacados, mecanismo de descarga de 3/6 litros, com jogo de fixação e curva de evacuação. Incluindo elementos de drenagem, válvulas de seccionamento, ligações de alimentação flexíveis e vedação com silicone.						1.000	302.76	302.76
			Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal			
			WC de serviço	1				1.000	1.000		
SAC010b	Artigo	Ud	Conjunto de aparelhos sanitários em casa de banho formado por: lavatório de porcelana sanitária, mural com semi-coluna, gama básica, cor branco, de 520x410 mm; sanita de porcelana sanitária, com tanque baixo, gama básica, cor branco, com assento e tampa lacados, mecanismo de descarga de 3/6 litros, com jogo de fixação e curva de evacuação; bidé de porcelana sanitária, gama básica, cor branco, sem tampa; banheira acrílica, gama média, cor, de 160x75 cm, sem asas, com torneira monocomando, gama média, acabamento cromado. Incluindo elementos de drenagem, válvulas de seccionamento, ligações de alimentação flexíveis e vedação com silicone. Conjunto de aparelhos sanitários em casa de banho formado por: lavatório de porcelana sanitária, mural com semi-coluna, gama básica, cor branco, de 520x410 mm; sanita de porcelana sanitária, com tanque baixo, gama básica, cor branco, com assento e tampa lacados, mecanismo de descarga de 3/6 litros, com jogo de fixação e curva de evacuação; bidé de porcelana sanitária, gama básica, cor branco, sem tampa; banheira acrílica, gama média, cor, de 160x75 cm, sem asas, com torneira monocomando, gama média, acabamento cromado. Incluindo elementos de drenagem, válvulas de seccionamento, ligações de alimentação flexíveis e vedação com silicone.						2.000	795.19	1.590.38
			Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal			
			Casa de banho principal	1				1.000			
			Casa de banho secundária	1				1.000	2.000		
			SA					1.893.14	1.893.14		
SC	Capítulo	Cozinhas/galerias						1.723.23	1.723.23		
SCF010	Artigo	Ud	Lava-loiças de aço inoxidável para instalação em bancada, de uma cuba, de 450x490 mm, equipado com torneira monocomando com cartucho cerâmico para lava-loiças, gama média, acabamento cromado. Lava-loiças de aço inoxidável para instalação em bancada, de uma cuba, de 450x490 mm, equipado com torneira monocomando com cartucho cerâmico para lava-loiças, gama média, acabamento cromado.						1.000	214.98	214.98

SCF020	Artigo	Ud	Tanque de lavar roupa de porcelana sanitária, cor branca, de 600x390x360 mm, com móvel suporte de painel de aglomerado, de 378x555x786 mm, equipado com torneira, gama básica, com cano giratório superior, com arejador.	1.000	215.67	215.67
SCM020	Artigo	Ud	Mobiliário completo de cozinha composto por 4,56 m de móveis inferiores com rodapé e 3,53 m de móveis superiores, realizado com frentes folheadas nas suas faces e cantos com folha de madeira de carvalho, acabados verniz de poliuretano e núcleo painel de partículas tipo P2 de interior (painel de aglomerado para ambiente seco), e corpos constituídos por núcleo de painel de partículas tipo P2 de interior (painel de aglomerado para ambiente seco), com revestimento melamínico acabamento brilho com papel decorativo de cor bege, impregnado com resina melamínica e orlas termoplásticas de ABS; gavetas e prateleiras do mesmo material que o corpo, dobradiças, pés reguláveis para móveis inferiores, guias de gavetas, ferragens de suspensão e outras ferragens de qualidade básica, instalados nos corpos dos móveis e puxadores, maçanetas, sistemas de abertura automática, e outras ferragens de fecho da série	1.000	1.292.58	1.292.58
			Mobiliário completo de cozinha composto por 4,56 m de móveis inferiores com rodapé e 3,53 m de móveis superiores, realizado com frentes folheadas nas suas faces e cantos com folha de madeira de carvalho, acabados verniz de poliuretano e núcleo painel de partículas tipo P2 de interior (painel de aglomerado para ambiente seco), e corpos constituídos por núcleo de painel de partículas tipo P2 de interior (painel de aglomerado para ambiente seco), com revestimento melamínico acabamento brilho com papel decorativo de cor bege, impregnado com resina melamínica e orlas termoplásticas de ABS; gavetas e prateleiras do mesmo material que o corpo, dobradiças, pés reguláveis para móveis inferiores, guias de gavetas, ferragens de suspensão e outras ferragens de qualidade básica, instalados nos corpos dos móveis e puxadores, maçanetas, sistemas de abertura automática, e outras ferragens de fecho da série			
			SC		1.723.23	1.723.23
SN	Capítulo		Bancadas		611.81	611.81
SNP010	Artigo	Ud	Bancada de granito de Portugal, Ariz polido, de 456 cm de comprimento, 60 cm de largura e 2 cm de espessura, bordo simples recto, com os bordos ligeiramente biselados, formação de 1 abertura com os seus bordos polidos, e remate superior perimetral de 5 cm de altura e 2 cm de espessura, com o bordo recto.	1.000	611.81	611.81
			Bancada de granito de Portugal, Ariz polido, de 456 cm de comprimento, 60 cm de largura e 2 cm de espessura, bordo simples recto, com os bordos ligeiramente biselados, formação de 1 abertura com os seus bordos polidos, e remate superior perimetral de 5 cm de altura e 2 cm de espessura, com o bordo recto.			
			SN		611.81	611.81
SZ	Capítulo		Zonas comuns		25.16	25.16
SZB015	Artigo	Ud	Caixa de correio exterior, corpo e porta de chapa de aço cor branca, com abertura para baixo, de 360x100x275 mm.	1.000	25.16	25.16
			Caixa de correio exterior, corpo e porta de chapa de aço cor branca, com abertura para baixo, de 360x100x275 mm.			
			SZ		25.16	25.16
			S		4.253.34	4.253.34
U	Capítulo		Infra-estruturas no logradouro		44.585.84	44.585.84
UA	Capítulo		Drenagens complementares		2.405.34	2.405.34
UAA010	Artigo	Ud	Caixa de passagem, não visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 50x50x50 cm, sobre base de betão simples.	5.000	98.75	493.75
			Caixa de passagem, não visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 50x50x50 cm, sobre base de betão simples.			
UAC010	Artigo	m	Colector enterrado em terreno não agressivo, de tubo de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m ² , de 160 mm de diâmetro exterior.	57.160	17.56	1.003.73
			Colector enterrado em terreno não agressivo, de tubo de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m ² , de 160 mm de diâmetro exterior.			
UAI010	Artigo	m	Calha de drenagem de alvenaria, de 200 mm de largura interior e 400 mm de altura, com grelha de aço galvanizado, classe A-15 segundo NP EN 124 e EN 1433; escavação prévia com meios manuais e posterior enchimento do tardo com betão.	3.000	95.77	287.31
			Calha de drenagem de alvenaria, de 200 mm de largura interior e 400 mm de altura, com grelha de aço galvanizado, classe A-15 segundo NP EN 124 e EN 1433; escavação prévia com meios manuais e posterior enchimento do tardo com betão.			
UAI020	Artigo	Ud	Sumidouro pré-fabricado de betão, de 50x30x60 cm.	7.000	88.65	620.55
			Sumidouro pré-fabricado de betão, de 50x30x60 cm.			
			UA		2.405.34	2.405.34
UJ	Capítulo		Jardins		9.757.54	9.757.54
UJC020	Artigo	m ²	Relvado por sementeira de mistura de sementes de lolium, agrostis, festuca e poa.	405.000	10.30	4.171.50
			Relvado por sementeira de mistura de sementes de lolium, agrostis, festuca e poa.			
UJM010	Artigo	m ²	Maciço de Milefólio (Achillea millefolium) de 0,30-0,40 m de altura (4 ud/m ²).	81.000	24.60	1.992.60
			Maciço de Milefólio (Achillea millefolium) de 0,30-0,40 m de altura (4 ud/m ²).			
UJM020	Artigo	m ²	Rock garden de pedras calcárias com partes ocas sem trabalhar (50 kg/m ²), com arbustos de Abelia (Abelia x grandiflora) de 0,6-1,5 m de altura (1 ud/m ²), conífera anã de 0,3-0,4 m de altura (0,5 ud/m ²) e arbusto cobre-solos de 0,2-0,4 m de altura (1 ud/m ²).	54.000	31.28	1.689.12
			Rock garden de pedras calcárias com partes ocas sem trabalhar (50 kg/m ²), com arbustos de Abelia (Abelia x grandiflora) de 0,6-1,5 m de altura (1 ud/m ²), conífera anã de 0,3-0,4 m de altura (0,5 ud/m ²) e arbusto cobre-solos de 0,2-0,4 m de altura (1 ud/m ²).			
UJP010	Artigo	Ud	Plantação de Mimosa (Acacia dealbata) de 12 a 14 cm de perímetro de tronco a 1 m do solo, em cova de 60x60x60 cm realizada com meios mecânicos; fornecimento em contentor. Inclusive terra vegetal crivada e substratos vegetais fertilizados.	10.000	144.87	1.448.70
			Plantação de Mimosa (Acacia dealbata) de 12 a 14 cm de perímetro de tronco a 1 m do solo, em cova de 60x60x60 cm realizada com meios mecânicos; fornecimento em contentor. Inclusive terra vegetal crivada e substratos vegetais fertilizados.			
UJV010	Artigo	m	Sebe de Ligustro japonês (Ligustrum japonicum) de 0,3-0,5 m de altura (4 ud/m).	34.860	13.07	455.62
			Sebe de Ligustro japonês (Ligustrum japonicum) de 0,3-0,5 m de altura (4 ud/m).			
			UJ		9.757.54	9.757.54
UR	Capítulo		Rega		3.629.50	3.629.50
URD010	Artigo	m	Tubagens de abastecimento e distribuição de água de rega, formada por tubo de polietileno PE 40 de cor preto com bandas de cor azul, de 20 mm de diâmetro exterior e 2,8 mm de espessura, PN=10 atm, enterrada.	112.500	4.17	469.13
			Tubagens de abastecimento e distribuição de água de rega, formada por tubo de polietileno PE 40 de cor preto com bandas de cor azul, de 20 mm de diâmetro exterior e 2,8 mm de espessura, PN=10 atm, enterrada.			
URE010	Artigo	Ud	Boca de rega de ferro fundido, com racor de saída roscado macho de 1 1/2" de diâmetro.	7.000	122.76	859.32
			Boca de rega de ferro fundido, com racor de saída roscado macho de 1 1/2" de diâmetro.			
URE020	Artigo	Ud	Aspersor aéreo de rotação por impacto, de latão, com arco ajustável, raio de 10 a 37 m regulável com parafuso, ligação de 1/2" de diâmetro.	17.000	20.06	341.02
			Aspersor aéreo de rotação por impacto, de latão, com arco ajustável, raio de 10 a 37 m regulável com parafuso, ligação de 1/2" de diâmetro.			
URM010	Artigo	Ud	Electroválvula para rega, corpo de PVC e polipropileno, ligações roscadas, de 1" de diâmetro, alimentação do solenóide a 24 Vca, com possibilidade de abertura manual e regulador de caudal, com caixa de plástico com tampa.	17.000	94.71	1.610.07
			Electroválvula para rega, corpo de PVC e polipropileno, ligações roscadas, de 1" de diâmetro, alimentação do solenóide a 24 Vca, com possibilidade de abertura manual e regulador de caudal, com caixa de plástico com tampa.			
URM030	Artigo	Ud	Programador electrónico para rega automática, para 4 estações, com 1 programa e 3 arranques diários do programa, alimentação por bateria de 9 V.	1.000	156.91	156.91
			Programador electrónico para rega automática, para 4 estações, com 1 programa e 3 arranques diários do programa, alimentação por bateria de 9 V.			
URM040	Artigo	m	Linha eléctrica monofásica enterrada para alimentação de electroválvulas e automatismos de rega, formada por cabos unipolares com condutores de cobre, XV Eca 3G2,5 mm ² , sendo a sua tensão atribuída de 0,6/1 kV, protegido por tubo de polietileno de parede dupla de 40 mm de diâmetro.	27.000	7.15	193.05
			Linha eléctrica monofásica enterrada para alimentação de electroválvulas e automatismos de rega, formada por cabos unipolares com condutores de cobre, XV Eca 3G2,5 mm ² , sendo a sua tensão atribuída de 0,6/1 kV, protegido por tubo de polietileno de parede dupla de 40 mm de diâmetro.			
			UR		3.629.50	3.629.50
UV	Capítulo		Vedações		16.501.99	16.501.99
UVT020	Artigo	m	Vedação de terreno formada por painel de malha electrossoldada, de 50x50 mm de espaçamento da malha e 4 mm de diâmetro, acabamento galvanizado, com aro de perfil oco de aço galvanizado de secção 20x20x1,5 mm e postes de perfil oco de aço galvanizado, de secção quadrada 40x40x1,5 mm, separados 2 m entre si e encastrados em apoios de betão ou muretes de alvenaria ou betão	127.450	29.36	3.741.93
			Vedação de terreno formada por painel de malha electrossoldada, de 50x50 mm de espaçamento da malha e 4 mm de diâmetro, acabamento galvanizado, com aro de perfil oco de aço galvanizado de secção 20x20x1,5 mm e postes de perfil oco de aço galvanizado, de secção quadrada 40x40x1,5 mm, separados 2 m entre si e encastrados em apoios de betão ou muretes de alvenaria ou betão			
UVP010	Artigo	Ud	Portão metálico de caixilharia metálica, de uma folha de batente, dimensões 300x200 cm, para acesso de veículos, abertura manual.	1.000	2.392.90	2.392.90
			Portão metálico de caixilharia metálica, de uma folha de batente, dimensões 300x200 cm, para acesso de veículos, abertura manual.			
UVP010b	Artigo	Ud	Portão metálico de caixilharia metálica, de uma folha de batente, dimensões 100x200 cm, para acesso pedonal, abertura manual.	1.000	898.90	898.90
			Portão metálico de caixilharia metálica, de uma folha de batente, dimensões 100x200 cm, para acesso pedonal, abertura manual.			

UVM020	Artigo	m	Muro de vedação de terreno, contínuo, de 1 m de altura e 15 cm de espessura de betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; CI 0,4) fabricado em central, armado com malha electrossoldada AR42 de aço A500 EL, cofragem metálica com acabamento à vista. Muro de vedação de terreno, contínuo, de 1 m de altura e 15 cm de espessura de betão C25/30 (XC1(P); D12; S3; CI 0,4) fabricado em central, armado com malha electrossoldada AR42 de aço A500 EL, cofragem metálica com acabamento à vista.	127.450	74.29	9.468.26		
			UV		16.501.99	16.501.99		
UX	Capítulo	Pavimentos			5.960.97	5.960.97		
UXH010	Artigo	m²	Pavimento de ladrilhos de betão para exteriores, acabamento baixo-relevo sem polir, resistência à flexão T, carga de ruptura 4, resistência ao desgaste H, 30x30x4 cm, cinzento, para utilização privada em exteriores em zona de parques e jardins, colocada com maceta sobre argamassa; tudo realizado sobre base de betão simples (C20/25 (X0(P); D25; S2; CI 1,0)), de 10 cm de espessura, betonagem desde camião com espalhamento e vibração manual com régua vibradora de 3 m, com acabamento com pré-execução de mestras e nivelado. Pavimento de ladrilhos de betão para exteriores, acabamento baixo-relevo sem polir, resistência à flexão T, carga de ruptura 4, resistência ao desgaste H, 30x30x4 cm, cinzento, para utilização privada em exteriores em zona de parques e jardins, colocada com maceta sobre argamassa; tudo realizado sobre base de betão simples (C20/25 (X0(P); D25; S2; CI 1,0)), de 10 cm de espessura, betonagem desde camião com espalhamento e vibração manual com régua vibradora de 3 m, com acabamento com pré-execução de mestras e nivelado.	135.000	39.60	5.346.00		
UXB010	Artigo	m	Lancil pré-fabricado de betão, 40x20x10 cm, para jardim, sobre base de betão simples. Lancil pré-fabricado de betão, 40x20x10 cm, para jardim, sobre base de betão simples.	27.890	22.05	614.97		
			UX		5.960.97	5.960.97		
UM	Capítulo	Mobiliário urbano			6.330.50	6.330.50		
UMA020	Artigo	Ud	Grelha de ferro fundido, de 120x120 mm, para protecção de caldeira de árvore. Grelha de ferro fundido, de 120x120 mm, para protecção de caldeira de árvore.	10.000	633.05	6.330.50		
			UM		6.330.50	6.330.50		
			U		44.585.84	44.585.84		
G	Capítulo	Gestão de resíduos			4.543.54	4.543.54		
GT	Capítulo	Gestão de terras			2.093.84	2.093.84		
GTA020	Artigo	m³	Transporte de terras em camião dos produtos provenientes de escavação de qualquer tipo de terreno para aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos, situado a uma distância máxima de 10 km. Transporte de terras em camião dos produtos provenientes de escavação de qualquer tipo de terreno para aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos, situado a uma distância máxima de 10 km.	316.290	4.35	1.375.86		
			Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Desmatção e decapagem do terreno	1	243.750		243.750	
			Sapatas isoladas	1	22.140		22.140	
			Lintéis	1	9.960		9.960	
			Saneamento no edifício	1	5.710		5.710	
			Saneamento no logradouro	1	18.410		18.410	
			Caixa de passagem no edifício, 60x60x65 cm	1	3.990		3.990	
			Caixa no extremo inferior do tubo de queda, 50x50x50 cm	1	2.750		2.750	
			Caixa sumidouro sifonada, 60x60x65 cm	1	1.330		1.330	
			Caixa sifonada, 70x70x80 cm	1	3.690		3.690	
			Caixa de passagem no logradouro, 50x50x50 cm	1	4.580		4.580	
			Terra seleccionada para enchimento	1	-0.020		-0.020	316.290
GTB020	Artigo	m³	Taxa por entrega de terras procedentes da escavação, em aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos. Taxa por entrega de terras procedentes da escavação, em aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos.	316.290	2.27			717.98
			Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Desmatção e decapagem do terreno	1	243.750		243.750	
			Sapatas isoladas	1	22.140		22.140	
			Lintéis	1	9.960		9.960	
			Saneamento no edifício	1	5.710		5.710	
			Saneamento no logradouro	1	18.410		18.410	
			Caixa de passagem no edifício, 60x60x65 cm	1	3.990		3.990	
			Caixa no extremo inferior do tubo de queda, 50x50x50 cm	1	2.750		2.750	
			Caixa sumidouro sifonada, 60x60x65 cm	1	1.330		1.330	
			Caixa sifonada, 70x70x80 cm	1	3.690		3.690	
			Caixa de passagem no logradouro, 50x50x50 cm	1	4.580		4.580	
			Terra seleccionada para enchimento	1	-0.020		-0.020	316.290
			GT				2.093.84	2.093.84
GR	Capítulo	Gestão de resíduos inertes			2.449.70	2.449.70		
GRA010	Artigo	Ud	Transporte de resíduos inertes de betões, argamassas e pré-fabricados produzidos em obras de construção e/ou demolição, com contentor de 7 m³, a aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos. Incluindo serviço de entrega, aluguer e recolha em obra do contentor. Transporte de resíduos inertes de betões, argamassas e pré-fabricados produzidos em obras de construção e/ou demolição, com contentor de 7 m³, a aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos. Incluindo serviço de entrega, aluguer e recolha em obra do contentor.	1.000	103.82		103.82	
GRA010b	Artigo	Ud	Transporte de resíduos inertes de ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, produzidos em obras de construção e/ou demolição, com contentor de 7 m³, a aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos. Incluindo serviço de entrega, aluguer e recolha em obra do contentor. Transporte de resíduos inertes de ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, produzidos em obras de construção e/ou demolição, com contentor de 7 m³, a aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos. Incluindo serviço de entrega, aluguer e recolha em obra do contentor.	1.000	103.82		103.82	
GRA010c	Artigo	Ud	Transporte de resíduos inertes de madeira produzidos em obras de construção e/ou demolição, com contentor de 7 m³, a aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos. Incluindo serviço de entrega, aluguer e recolha em obra do contentor. Transporte de resíduos inertes de madeira produzidos em obras de construção e/ou demolição, com contentor de 7 m³, a aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos. Incluindo serviço de entrega, aluguer e recolha em obra do contentor.	1.000	136.73		136.73	

GRA010d	Artigo	Ud	Transporte de resíduos inertes vítreos produzidos em obras de construção e/ou demolição, com contentor de 7 m³, a aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos. Incluindo serviço de entrega, aluguer e recolha em obra do contentor.	1.000	136.73	136.73
GRA010e	Artigo	Ud	Transporte de resíduos inertes plásticos produzidos em obras de construção e/ou demolição, com contentor de 7 m³, a aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos. Incluindo serviço de entrega, aluguer e recolha em obra do contentor.	1.000	136.73	136.73
GRA010f	Artigo	Ud	Transporte de resíduos inertes plásticos produzidos em obras de construção e/ou demolição, com contentor de 7 m³, a aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos. Incluindo serviço de entrega, aluguer e recolha em obra do contentor.	1.000	136.73	136.73
GRA010g	Artigo	Ud	Transporte de resíduos inertes de papel e cartão, produzidos em obras de construção e/ou demolição, com contentor de 7 m³, a aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos. Incluindo serviço de entrega, aluguer e recolha em obra do contentor.	1.000	136.73	136.73
GRA010h	Artigo	Ud	Transporte de resíduos inertes metálicos produzidos em obras de construção e/ou demolição, com contentor de 7 m³, a aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos. Incluindo serviço de entrega, aluguer e recolha em obra do contentor.	1.000	136.73	136.73
GRA010i	Artigo	Ud	Transporte de mistura sem classificar de resíduos inertes produzidos em obras de construção e/ou demolição, com contentor de 7 m³, a aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos. Incluindo serviço de entrega, aluguer e recolha em obra do contentor.	3.000	177.03	531.09
GRB010	Artigo	Ud	Taxa por entrega de contentor de 7 m³ com resíduos inertes de betões, argamassas e pré-fabricados produzidos em obras de construção e/ou demolição, em aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos.	1.000	51.22	51.22
GRB010b	Artigo	Ud	Taxa por entrega de contentor de 7 m³ com resíduos inertes de betões, argamassas e pré-fabricados produzidos em obras de construção e/ou demolição, em aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos.	1.000	51.22	51.22
GRB010c	Artigo	Ud	Taxa por entrega de contentor de 7 m³ com resíduos inertes de ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, produzidos em obras de construção e/ou demolição, em aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos.	1.000	99.60	99.60
GRB010d	Artigo	Ud	Taxa por entrega de contentor de 7 m³ com resíduos inertes de madeira produzidos em obras de construção e/ou demolição, em aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos.	1.000	99.60	99.60
GRB010e	Artigo	Ud	Taxa por entrega de contentor de 7 m³ com resíduos inertes vítreos produzidos em obras de construção e/ou demolição, em aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos.	1.000	99.60	99.60
GRB010f	Artigo	Ud	Taxa por entrega de contentor de 7 m³ com resíduos inertes plásticos produzidos em obras de construção e/ou demolição, em aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos.	1.000	176.44	176.44
GRB010g	Artigo	Ud	Taxa por entrega de contentor de 7 m³ com resíduos inertes de papel e cartão, produzidos em obras de construção e/ou demolição, em aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos.	1.000	99.60	99.60
GRB010h	Artigo	Ud	Taxa por entrega de contentor de 7 m³ com resíduos inertes metálicos produzidos em obras de construção e/ou demolição, em aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos.	1.000	99.60	99.60
GRB010i	Artigo	Ud	Taxa por entrega de contentor de 7 m³ com mistura sem classificar de resíduos inertes produzidos em obras de construção e/ou demolição, em aterro específico ou operador licenciado de gestão de resíduos.	3.000	116.68	350.04
			GR		2.449.70	2.449.70
			G		4.543.54	4.543.54
X	Capítulo		Controlo de qualidade e ensaios		1.628.64	1.628.64
XS	Capítulo		Estudos geotécnicos		1.628.64	1.628.64
XSE010	Artigo	Ud	Estudo geotécnico do terreno em solo de consistência média (argilas, margas) com uma sondagem até 10 m tomando 1 amostra inalterada e 1 amostra alterada (SPT), e realização dos seguintes ensaios de laboratório e "in situ": 2 de análise granulométrica; 2 de limites de Atterberg; 2 de humidade natural; densidade aparente; resistência à compressão; Proctor Normal; C.B.R. 2 de conteúdo em sulfatos; densidade e humidade.	1.000	1.628.64	1.628.64
			XS		1.628.64	1.628.64
			X		1.628.64	1.628.64
Y	Capítulo		Segurança e saúde		10.302.96	10.302.96
YC	Capítulo		Sistemas de protecção colectiva		5.225.76	5.225.76
YCA020	Artigo	Ud	Protecção de abertura horizontal de uma caixa de 50x50 cm de secção, durante o seu processo de construção até que se coloque a sua tampa definitiva, realizada através de pranchas pequenas de madeira de pinho de 15x5,2 cm, colocadas uma junta a outra até cobrir a totalidade da abertura, reforçadas na sua parte inferior por três pranchas em sentido contrário, fixadas com pregos de aço, com rebaixe no seu reforço para colocá-la na abertura da planta da caixa de modo que impeça o seu movimento horizontal, preparada para suportar uma carga pontual de 3 kN. Amortizável em 4 utilizações.	10.000	10.21	102.10
YCB040	Artigo	Ud	Protecção de abertura horizontal de uma caixa de 50x50 cm de secção, durante o seu processo de construção até que se coloque a sua tampa definitiva, realizada através de pranchas pequenas de madeira de pinho de 15x5,2 cm, colocadas uma junta a outra até cobrir a totalidade da abertura, reforçadas na sua parte inferior por três pranchas em sentido contrário, fixadas com pregos de aço, com rebaixe no seu reforço para colocá-la na abertura da planta da caixa de modo que impeça o seu movimento horizontal preparada para suportar uma carga pontual de 3 kN. Amortizável em 4 utilizações.	5.000	15.33	76.65
YCB060	Artigo	m	Protecção de passagem pedonal sobre valas abertas através de passadiço de aço, de 1,50 m de comprimento para largura máxima de vala de 0,9 m, largura útil de 0,87 m, com plataforma de superfície anti-deslizante sem desniveis, com 400 kg de capacidade de carga, rodapés laterais de 0,15 m, guarda-corpos laterais de 1 m de altura, com travessa lateral, amortizável em 20 utilizações. Inclusive elementos de fixação ao solo para garantir a imobilidade do conjunto.	8.660	18.65	161.51
YCB070	Artigo	m	Protecção de passagem pedonal sobre valas abertas através de passadiço de aço, de 1,50 m de comprimento para largura máxima de vala de 0,9 m, largura útil de 0,87 m, com plataforma de superfície anti-deslizante sem desniveis, com 400 kg de capacidade de carga, rodapés laterais de 0,15 m, guarda-corpos laterais de 1 m de altura, com travessa lateral, amortizável em 20 utilizações. Inclusive elementos de fixação ao solo para garantir a imobilidade do conjunto.	50.640	10.57	535.26
			Protecção de abertura horizontal de uma caixa de 50x50 cm de secção, durante o seu processo de construção até que se coloque a sua tampa definitiva, realizada através de pranchas pequenas de madeira de pinho de 15x5,2 cm, colocadas uma junta a outra até cobrir a totalidade da abertura, reforçadas na sua parte inferior por três pranchas em sentido contrário, fixadas com pregos de aço, com rebaixe no seu reforço para colocá-la na abertura da planta da caixa de modo que impeça o seu movimento horizontal preparada para suportar uma carga pontual de 3 kN. Amortizável em 4 utilizações.			
			Protecção de passagem pedonal sobre valas abertas através de passadiço de aço, de 1,50 m de comprimento para largura máxima de vala de 0,9 m, largura útil de 0,87 m, com plataforma de superfície anti-deslizante sem desniveis, com 400 kg de capacidade de carga, rodapés laterais de 0,15 m, guarda-corpos laterais de 1 m de altura, com travessa lateral, amortizável em 20 utilizações. Inclusive elementos de fixação ao solo para garantir a imobilidade do conjunto.			
			Protecção de pessoas em bordos de escavação através de guarda-corpos de segurança de 1 m de altura, formada por varão horizontal superior nervurado de aço A400 NR de 16 mm de diâmetro, varão horizontal intermédio nervurado de aço A500 NR de 16 mm de diâmetro e rodapé de prancha de madeira de pinho de 15x5,2 cm, tudo fixado através de abraçadeiras de nylon e arame a montantes de varão nervurado de aço A500 NR de 20 mm de diâmetro, cravados no terreno cada 1,00 m. Inclusive tampas protectoras de PVC, para a protecção dos extremos das armaduras. Amortizável os varões em 3 utilizações, a madeira em 4 utilizações e as tampas protectoras em 15 utilizações.			
			Protecção de pessoas em bordos de escavação através de guarda-corpos de segurança de 1 m de altura, formada por varão horizontal superior nervurado de aço A400 NR de 16 mm de diâmetro, varão horizontal intermédio nervurado de aço A500 NR de 16 mm de diâmetro e rodapé de prancha de madeira de pinho de 15x5,2 cm, tudo fixado através de abraçadeiras de nylon e arame a montantes de varão nervurado de aço A500 NR de 20 mm de diâmetro, cravados no terreno cada 1,00 m. Inclusive tampas protectoras de PVC, para a protecção dos extremos das armaduras. Amortizável os varões em 3 utilizações, a madeira em 4 utilizações e as tampas protectoras em 15 utilizações.			

YCE030	Artigo	m	Sistema provisório de protecção de abertura de escada em construção de 1 m de altura, formado por: travessa principal de tubo de aço de 25 mm de diâmetro e 2500 mm de comprimento, amortizável em 150 utilizações, travessa intermédia de tubo de aço de 25 mm de diâmetro e 2500 mm de comprimento, amortizável em 150 utilizações; rodapé de prancha de madeira de pinho de 15x5,2 cm, amortizável em 4 utilizações e prumos telescópicos de segurança fabricados em aço de primeira qualidade pintado em forno em epóxi-poliéster, de 35x35 mm e 1500 mm de comprimento, separados entre si uma distância máxima de 0 m e fixados à laje por aneto. Sistema provisório de protecção de abertura de escada em construção de 1 m de altura, formado por: travessa principal de tubo de aço de 25 mm de diâmetro e 2500 mm de comprimento, amortizável em 150 utilizações; travessa intermédia de tubo de aço de 25 mm de diâmetro e 2500 mm de comprimento, amortizável em 150 utilizações; rodapé de prancha de madeira de pinho de 15x5,2 cm, amortizável em 4 utilizações e prumos telescópicos de segurança fabricados em aço de primeira qualidade pintado em forno em epóxi-poliéster, de 35x35 mm e 1500 mm de comprimento, separados entre si uma distância máxima de 2 m e fixados à laje por aneto.	7.750	7.26	56.27
YCF012	Artigo	m	Sistema provisório de protecção de bordo de laje, classe A, que proporciona resistência só para cargas estáticas e para superfícies de trabalho com um ângulo de inclinação máximo de 10°, formado por: guarda, de polipropileno reforçado com fibra de vidro, de 1015 mm de altura e 1520 mm de comprimento, amortizável em 350 utilizações e prumos fixos de segurança fabricados em aço de primeira qualidade com tinta anticorrosiva, de 37x37 mm e 1100 mm de comprimento, separados entre si uma distância máxima de 1,52 m e fixados à laje com suporte tipo alicate, amortizáveis em 20 utilizações. Sistema provisório de protecção de bordo de laje, classe A, que proporciona resistência só para cargas estáticas e para superfícies de trabalho com um ângulo de inclinação máximo de 10°, formado por: guarda, de polipropileno reforçado com fibra de vidro, de 1015 mm de altura e 1520 mm de comprimento, amortizável em 350 utilizações e prumos fixos de segurança fabricados em aço de primeira qualidade com tinta anticorrosiva, de 37x37 mm e 1100 mm de comprimento, separados entre si uma distância máxima de 1,52 m e fixados à laje com suporte tipo alicate, amortizáveis em 20 utilizações.	14.700	5.40	79.38
YCF022	Artigo	m	Sistema provisório de protecção de bordo de laje, classe B, que proporciona resistência só para cargas estáticas e para superfícies de trabalho com um ângulo de inclinação máximo de 30°, formado por: guarda, de polipropileno reforçado com fibra de vidro, de 1015 mm de altura e 1520 mm de comprimento, amortizável em 350 utilizações e prumos fixos de segurança fabricados em aço de primeira qualidade com tinta anticorrosiva, de 37x37 mm e 1100 mm de comprimento, separados entre si uma distância máxima de 1,52 m e fixados à laje com suporte tipo alicate, amortizáveis em 20 utilizações. Sistema provisório de protecção de bordo de laje, classe B, que proporciona resistência só para cargas estáticas e para superfícies de trabalho com um ângulo de inclinação máximo de 30°, formado por: guarda, de polipropileno reforçado com fibra de vidro, de 1015 mm de altura e 1520 mm de comprimento, amortizável em 350 utilizações e prumos fixos de segurança fabricados em aço de primeira qualidade com tinta anticorrosiva, de 37x37 mm e 1100 mm de comprimento, separados entre si uma distância máxima de 1,52 m e fixados à laje com suporte tipo alicate, amortizáveis em 20 utilizações.	21.980	5.40	118.69
YCF050	Artigo	m	Sistema V de rede de segurança colocada verticalmente, primeira utilização, formado por: rede de segurança EN 1263-1 V A2 M100 D M, de poliamida de alta tenacidade, atada, de cor branca, de dimensões 10x7 m, amortizável em 10 utilizações, com ancoragens de rede embebidas cada 50 cm no bordo da laje e suportes tipo forca fixos de 8x2 m com tubo de 60x60x3 mm, fabricado em aço de primeira qualidade pintado em forno em epóxi-poliéster, separados entre si uma distância máxima de 4,5 m, amortizáveis em 15 utilizações, ancorados à laje através de forquilhas de aço corrugado A400 NR de 16 mm de diâmetro. Inclusive corda de união de polipropileno, para unir as redes e corda de Sistema V de rede de segurança colocada verticalmente, primeira utilização, formado por: rede de segurança EN 1263-1 V A2 M100 D M, de poliamida de alta tenacidade, atada, de cor branca, de dimensões 10x7 m, amortizável em 10 utilizações, com ancoragens de rede embebidas cada 50 cm no bordo da laje e suportes tipo forca fixos de 8x2 m com tubo de 60x60x3 mm, fabricado em aço de primeira qualidade pintado em forno em epóxi-poliéster, separados entre si uma distância máxima de 4,5 m, amortizáveis em 15 utilizações, ancorados à laje através de forquilhas de aço corrugado A400 NR de 16 mm de diâmetro. Inclusive corda de união de polipropileno, para unir as redes e corda de	36.670	20.88	765.67
YCH030	Artigo	m²	Protecção de abertura horizontal de laje de superfície inferior ou igual a 1 m² através de painel de madeira de pinho de 22 mm de espessura, colocado de maneira que cubra a totalidade da abertura, reforçado na sua parte inferior por pranchas pequenas, ficando o conjunto com a suficiente resistência para suportar os esforços aos que será submetido e fixado à laje com pregos de cabeça chata de aço de modo que se impeça o seu movimento horizontal. Amortizável em 4 utilizações. Protecção de abertura horizontal de laje de superfície inferior ou igual a 1 m² através de painel de madeira de pinho de 22 mm de espessura, colocado de maneira que cubra a totalidade da abertura, reforçado na sua parte inferior por pranchas pequenas, ficando o conjunto com a suficiente resistência para suportar os esforços aos que será submetido e fixado à laje com pregos de cabeça chata de aço de modo que se impeça o seu movimento horizontal. Amortizável em 4 utilizações.	2.000	9.54	19.08
YCI030	Artigo	m²	Rede de segurança EN 1263-1 S A2 M100 Q M, de poliamida de alta tenacidade, atada, de cor branca, sob laje aligeirada ou fungiforme com sistema de cofragem contínuo, para uma altura máxima de queda de 1 m, amortizável em 8 utilizações. Inclusive corda de união de polipropileno, para unir as redes. Rede de segurança EN 1263-1 S A2 M100 Q M, de poliamida de alta tenacidade, atada, de cor branca, sob laje aligeirada ou fungiforme com sistema de cofragem contínuo, para uma altura máxima de queda de 1 m, amortizável em 8 utilizações, fixada às escoras que suportam a cofragem através de ganchos tipo S de aço galvanizado, amortizáveis em 8 utilizações. Inclusive corda de união de polipropileno, para unir as redes.	150.000	5.59	838.50
YCJ010	Artigo	Ud	Protecção de extremo de armadura de 12 a 32 mm de diâmetro, através da colocação de tampa protectora de PVC, de cor vermelha, amortizável em 10 utilizações. Protecção de extremo de armadura de 12 a 32 mm de diâmetro, através da colocação de tampa protectora de PVC, de cor vermelha, amortizável em 10 utilizações.	185.000	0.21	38.85
YCK010	Artigo	m	Rede vertical de protecção, de poliamida de alta tenacidade, cor branca, com corda de rede de calibre 4 mm e rodapé de malha de polietileno de alta densidade, cor verde, ancorada ao bordo da laje cada 50 cm com ancoragens expansivas de aço galvanizado a quente, para fechar completamente a abertura existente entre duas lajes ao longo de todo o seu perímetro, durante os trabalhos no interior, em piso de até 3 m de altura livre. Inclusive corda de união de polipropileno, para unir as redes. Rede vertical de protecção, de poliamida de alta tenacidade, cor branca, com corda de rede de calibre 4 mm e rodapé de malha de polietileno de alta densidade, cor verde, ancorada ao bordo da laje cada 50 cm com ancoragens expansivas de aço galvanizado a quente, para fechar completamente a abertura existente entre duas lajes ao longo de todo o seu perímetro, durante os trabalhos no interior, em piso de até 3 m de altura livre. Inclusive corda de união de polipropileno, para unir as redes.	34.640	10.22	354.02
YCK020	Artigo	Ud	Protecção de abertura de janela de entre 95 e 165 cm de largura em parede exterior, através de dois tubos metálicos extensíveis, com parafuso cilíndrico com hexágono interior para chave Allen, para fixação dos tubos, amortizáveis em 20 utilizações, colocados uma vez construído o pano exterior da parede e ancorados aos orifícios previamente realizados nos laterais da abertura da janela. Protecção de abertura de janela de entre 95 e 165 cm de largura em parede exterior, através de dois tubos metálicos extensíveis, com parafuso cilíndrico com hexágono interior para chave Allen, para fixação dos tubos, amortizáveis em 20 utilizações, colocados uma vez construído o pano exterior da parede e ancorados aos orifícios previamente realizados nos laterais da abertura da janela.	32.000	9.97	319.04
YCL150	Artigo	Ud	Fornecimento, colocação e desmontagem de linha de ancoragem horizontal temporal, de fita de poliéster, de 10 m de comprimento, para garantir a um operário, classe C, composta por 2 dispositivos de ancoragem capazes de suportar uma carga de 25 kN, formado cada um deles por fita de poliéster de 35 mm de largura, tensor com mecanismo de bloqueio anti-retorno e argola, amortizáveis em 3 utilizações, para fixação a suporte de betão ou metálico de 0,8 a 3,6 m de perímetro e 1 fita de poliéster de 35 mm de largura e 10 m de comprimento, com tensor com mecanismo de bloqueio anti-retorno e argola, amortizáveis em 3 utilizações, para fixação a suporte de betão ou metálico de 0,8 a 3,6 m de perímetro e 1 fita de poliéster de 35 mm de largura e 10 m de comprimento, com tensor com mecanismo de bloqueio anti-retorno e argola, amortizáveis em 3 utilizações. Fornecimento, colocação e desmontagem de linha de ancoragem horizontal temporal, de fita de poliéster, de 10 m de comprimento, para garantir a um operário, classe C, composta por 2 dispositivos de ancoragem capazes de suportar uma carga de 25 kN, formado cada um deles por fita de poliéster de 35 mm de largura, tensor com mecanismo de bloqueio anti-retorno e argola, amortizáveis em 3 utilizações, para fixação a suporte de betão ou metálico de 0,8 a 3,6 m de perímetro e 1 fita de poliéster de 35 mm de largura e 10 m de comprimento, com tensor com mecanismo de bloqueio anti-retorno e argola, amortizáveis em 3 utilizações.	2.000	94.56	189.12
YCL160	Artigo	Ud	Fornecimento, colocação e desmontagem de linha de ancoragem horizontal temporal, de cabo de aço, com amortecedor de quedas, de 20 m de comprimento máximo, para garantir até três operários, classe C, composta por 2 placas de ancoragem e 1 linha de ancoragem flexível, formada por 1 absorvedor de energia com indicador de tensão e indicador de número de quedas; 1 tensor e 20 m de cabo, de aço galvanizado, de 8 mm de diâmetro, composto por 7 cordões de 19 fios, com prensado terminal com casquilho de cobre, guarda cabo e conector num extremo, amortizável em 3 utilizações. Inclusive elementos para fixação mecânica a paramento das placas de ancoragem. Fornecimento, colocação e desmontagem de linha de ancoragem horizontal temporal, de cabo de aço, com amortecedor de quedas, de 20 m de comprimento máximo, para garantir até três operários, classe C, composta por 2 placas de ancoragem e 1 linha de ancoragem flexível, formada por 1 absorvedor de energia com indicador de tensão e indicador de número de quedas; 1 tensor e 20 m de cabo, de aço galvanizado, de 8 mm de diâmetro, composto por 7 cordões de 19 fios, com prensado terminal com casquilho de cobre, guarda cabo e conector num extremo, amortizável em 3 utilizações. Inclusive elementos para fixação mecânica a paramento das placas de ancoragem.	2.000	400.58	801.16
YCL210	Artigo	Ud	Dispositivo de ancoragem para encastrar no tecto, de 850 mm de comprimento, formado por fita de poliéster; 1 olhal num extremo e 1 argola no outro extremo, fixado, pelo extremo do olhal e antes da betonagem, a um varão nervurado de aço A400 NR embebido na viga da estrutura de betão armado, de 10 mm de diâmetro mínimo e 500 mm de comprimento mínimo, para garantir um operário. Dispositivo de ancoragem para encastrar no tecto, de 850 mm de comprimento, formado por fita de poliéster; 1 olhal num extremo e 1 argola no outro extremo, fixado, pelo extremo do olhal e antes da betonagem, a um varão nervurado de aço A400 NR embebido na viga da estrutura de betão armado, de 10 mm de diâmetro mínimo e 500 mm de comprimento mínimo, para garantir um operário.	2.000	5.99	11.98
YCL220	Artigo	Ud	Dispositivo de ancoragem para fixação mecânica a paramento de betão, de 700 mm de comprimento, formado por fita de poliéster; 1 parafuso de olhal num extremo, com ligação roscada e 1 argola no outro extremo, amortizável em 1 utilização e bucha de expansão metálica, anilha e porca, para garantir um operário. Dispositivo de ancoragem para fixação mecânica a paramento de betão, de 700 mm de comprimento, formado por fita de poliéster; 1 parafuso de olhal num extremo, com ligação roscada e 1 argola no outro extremo, amortizável em 1 utilização e bucha de expansão metálica, anilha e porca, para garantir um operário.	4.000	7.82	31.28
YCS010	Artigo	Ud	Lâmpada portátil de mão, com cesto protector, cabo isolante, cabo de 5 m e gancho de fixação, amortizável em 3 utilizações. Lâmpada portátil de mão, com cesto protector, cabo isolante, cabo de 5 m e gancho de fixação, amortizável em 3 utilizações.	2.000	5.67	11.34
YCS015	Artigo	Ud	Foco portátil de 500 W de potência, para interior, com grelha de protecção, suporte de tubo de aço e cabo de 1,5 m, amortizável em 3 utilizações. Foco portátil de 500 W de potência, para interior, com grelha de protecção, suporte de tubo de aço e cabo de 1,5 m, amortizável em 3 utilizações.	1.000	8.08	8.08
YCS020	Artigo	Ud	Quadro eléctrico provisório de obra para uma potência máxima de 5 kW, composto por armário de distribuição com dispositivo de emergência, tomadas e os disjuntores magneto-térmicos e diferenciais necessários, amortizável em 4 utilizações. Quadro eléctrico provisório de obra para uma potência máxima de 5 kW, composto por armário de distribuição com dispositivo de emergência, tomadas e os disjuntores magneto-térmicos e diferenciais necessários, amortizável em 4 utilizações.	1.000	292.89	292.89

YCS030	Artigo	Ud	Quadro eléctrico provisório de obra para uma potência máxima de 5 kW, composto por armário de distribuição com dispositivo de emergência, tomadas e os disjuntores magneto-térmicos e diferenciais necessários, amortizável em 4 utilizações. Tomada de terra independente para instalação provisória de obra, composta por vareta de aço cobreado de 2 m de comprimento, cravada no terreno, ligada a ponte para verificação, dentro de uma caixa de visita de polipropileno de 30x30 cm. Inclusive conector tipo grampo para a ligação do eléctrodo com a linha de ligação e aditivos para diminuir a resistividade do terreno.	1.000	154.59	154.59
YCU010	Artigo	Ud	Tomada de terra independente para instalação provisória de obra, composta por vareta de aço cobreado de 2 m de comprimento, cravada no terreno, ligada a ponte para verificação, dentro de uma caixa de visita de polipropileno de 30x30 cm. Inclusive conector tipo grampo para a ligação do eléctrodo com a linha de ligação e aditivos para diminuir a resistividade do terreno. Extintor portátil de pó químico ABC polivalente antibrasa, pressurizado, de eficácia 21A-144B-C, com 6 kg de agente extintor, com manómetro e mangueira com casquilho difusor, amortizável em 3 utilizações. Extintor portátil de pó químico ABC polivalente antibrasa, pressurizado, de eficácia 21A-144B-C, com 6 kg de agente extintor, com manómetro e mangueira com casquilho difusor, amortizável em 3 utilizações.	5.000	16.18	80.90
			Uds. Comprim. Largura Altura Parcial Subtotal			
			Instalações provisórias	2	2.000	
				3	3.000	5.000
YCU010b	Artigo	Ud	Extintor portátil de neve carbónica CO2, de eficácia 34B, com 2 kg de agente extintor, com vaso difusor, amortizável em 3 utilizações. Extintor portátil de neve carbónica CO2, de eficácia 34B, com 2 kg de agente extintor, com vaso difusor, amortizável em 3 utilizações.	1.000	17.00	17.00
			Uds. Comprim. Largura Altura Parcial Subtotal			
			Quadro eléctrico provisório de obra.	1	1.000	1.000
YCV010	Artigo	m	Fornecimento, montagem e desmontagem de conduta para descarga de entulho, composta por 3 tubos e 1 boca de descarga de polietileno, de 49 cm de diâmetro superior e 40 cm de diâmetro inferior, com suportes e correntes metálicas, por cada piso de até 3 m de pé direito, amortizável em 5 utilizações, fixada à laje através de escoras metálicas telescópicas, acessórios e elementos de fixação, amortizáveis em 5 utilizações. Fornecimento, montagem e desmontagem de conduta para descarga de entulho, composta por 3 tubos e 1 boca de descarga de polietileno, de 49 cm de diâmetro superior e 40 cm de diâmetro inferior, com suportes e correntes metálicas, por cada piso de até 3 m de pé direito, amortizável em 5 utilizações, fixada à laje através de escoras metálicas telescópicas, acessórios e elementos de fixação, amortizáveis em 5 utilizações.	5.550	17.78	98.68
YCV020	Artigo	Ud	Fornecimento, montagem e desmontagem de toldo plastificado para conduta de entulho, para cobertura de contentor, amortizável em 5 utilizações, que impede tanto a emissão do pó gerado pela saída de entulho como o depósito no contentor de outros resíduos estranhos à obra. Fornecimento, montagem e desmontagem de toldo plastificado para conduta de entulho, para cobertura de contentor, amortizável em 5 utilizações, que impede tanto a emissão do pó gerado pela saída de entulho como o depósito no contentor de outros resíduos estranhos à obra.	1.000	13.19	13.19
YCR035	Artigo	Ud	Cerca móvel de 3,50x2,00 m, colocado em vedação provisória de terreno, formado por painel de malha electrossoldada com dobras de reforço, de 200x100 mm de espaçamento da malha, com arames horizontais de 5 mm de diâmetro e verticais de 4 mm, soldados nos extremos a postes verticais de 40 mm de diâmetro, acabamento galvanizado, com porta incorporada para acesso pedonal, de uma folha, de 0,90x2,00 m, com linguetas para cadeado, amortizável em 5 utilizações e bases pré-fabricadas de betão, de 65x24x12 cm, com 8 orifícios, para suporte dos postes, amortizáveis em 5 utilizações, fixadas ao pavimento com placas de 20x4 mm e buchas de expansão de aço. Cerca móvel de 3,50x2,00 m, colocado em vedação provisória de terreno, formado por painel de malha electrossoldada com dobras de reforço, de 200x100 mm de espaçamento da malha, com arames horizontais de 5 mm de diâmetro e verticais de 40 mm de diâmetro, acabamento galvanizado, com porta incorporada para acesso pedonal, de uma folha, de 0,90x2,00 m, com linguetas para cadeado, amortizável em 5 utilizações e bases pré-fabricadas de betão, de 65x24x12 cm, com 8 orifícios, para suporte dos postes, amortizáveis em 5 utilizações, fixadas ao pavimento com placas de 20x4 mm e buchas de expansão de aço.	1.000	50.53	50.53
			YC		5.225.76	5.225.76
YF	Capítulo	Formação			193.41	193.41
YFF010	Artigo	Ud	Reunião da Comissão de Segurança de Obra, considerando uma reunião de duas horas. A Comissão será composta pelo dono da obra (fiscalização), o coordenador de segurança e saúde, o director técnico da empreitada, o responsável de segurança do empreiteiro ou da entidade executante e o representante ou os representantes dos trabalhadores. Reunião da Comissão de Segurança de Obra, considerando uma reunião de duas horas. A Comissão será composta pelo dono da obra (fiscalização), o coordenador de segurança e saúde, o director técnico da empreitada, o responsável de segurança do empreiteiro ou da entidade executante e o representante ou os representantes dos trabalhadores.	1.000	112.95	112.95
YFF020	Artigo	Ud	Hora de formação de Segurança e Saúde no Trabalho, realizada por Técnico qualificado pertencente a uma empresa assessora em Segurança e Prevenção de Riscos. Hora de formação de Segurança e Saúde no Trabalho, realizada por Técnico qualificado pertencente a uma empresa assessora em Segurança e Prevenção de Riscos.	1.000	80.46	80.46
			YF		193.41	193.41
YI	Capítulo	Equipamentos de protecção individual			1.038.12	1.038.12
YIC010	Artigo	Ud	Capacete de protecção, destinado a proteger o utilizador contra a queda de objectos e as consequentes lesões cerebrais e fracturas de crânio, amortizável em 10 utilizações. Capacete de protecção, destinado a proteger o utilizador contra a queda de objectos e as consequentes lesões cerebrais e fracturas de crânio, amortizável em 10 utilizações.	6.000	0.23	1.38
YIC010b	Artigo	Ud	Capacete isolante eléctrico, destinado a proteger o utilizador contra choques eléctricos através da prevenção da passagem de uma corrente através do corpo entrando pela cabeça, amortizável em 10 utilizações. Capacete isolante eléctrico, destinado a proteger o utilizador contra choques eléctricos através da prevenção da passagem de uma corrente através do corpo entrando pela cabeça, amortizável em 10 utilizações.	1.000	1.22	1.22
YID010	Artigo	Ud	Sistema anti-quedas composto por um conector básico (classe B) que permite ensamblar o sistema com um dispositivo de ancoragem, amortizável em 3 utilizações; um dispositivo anti-quedas deslizante sobre linha de ancoragem flexível com função de bloqueio automático e um sistema de guia, amortizável em 3 utilizações; uma corda de fibra de comprimento fixo como elemento de amarração, amortizável em 4 utilizações; um absorvedor de energia encarregado de dissipar a energia cinética desenvolvida durante uma queda desde uma altura determinada, amortizável em 4 utilizações e um arnês anti-quedas com um ponto de amarração constituído por bandas, elementos de ajuste e fivelas, colocados e ajustados de forma adequada sobre o corpo de uma pessoa para segurá-la durante uma queda e depois da queda. Sistema anti-quedas composto por um conector básico (classe B) que permite ensamblar o sistema com um dispositivo de ancoragem, amortizável em 3 utilizações; um dispositivo anti-quedas deslizante sobre linha de ancoragem flexível com função de bloqueio automático e um sistema de guia, amortizável em 3 utilizações; uma corda de fibra de comprimento fixo como elemento de amarração, amortizável em 4 utilizações; um absorvedor de energia encarregado de dissipar a energia cinética desenvolvida durante uma queda desde uma altura determinada, amortizável em 4 utilizações e um arnês anti-quedas com um ponto de amarração constituído por bandas, elementos de ajuste e fivelas, colocados e ajustados de forma adequada sobre o corpo de uma pessoa para segurá-la durante uma queda e depois da queda desta, amortizável em 4 utilizações.	1.000	80.52	80.52
YID020	Artigo	Ud	Sistema de fixação e retenção composto por um conector básico (classe B) que permite ensamblar o sistema com um dispositivo de ancoragem, amortizável em 3 utilizações; uma corda de fibra de comprimento fixo como elemento de amarração, amortizável em 4 utilizações; um absorvedor de energia encarregado de dissipar a energia cinética desenvolvida durante uma queda desde uma altura determinada, amortizável em 4 utilizações e um arnês de assento constituído por bandas, ferragens e fivelas que, formando um cinto com um ponto de engate em baixo, unido aos respectivos suportes que rodeiam cada perna, permitem sustentar o corpo de uma pessoa consciente em posição. Sistema de fixação e retenção composto por um conector básico (classe B) que permite ensamblar o sistema com um dispositivo de ancoragem, amortizável em 3 utilizações; uma corda de fibra de comprimento fixo como elemento de amarração, amortizável em 4 utilizações; um absorvedor de energia encarregado de dissipar a energia cinética desenvolvida durante uma queda desde uma altura determinada, amortizável em 4 utilizações e um arnês de assento constituído por bandas, ferragens e fivelas que, formando um cinto com um ponto de engate em baixo, unido aos respectivos suportes que rodeiam cada perna, permitem sustentar o corpo de uma pessoa consciente em posição.	1.000	68.06	68.06
YID020b	Artigo	Ud	Sistema de fixação e retenção composto por um conector básico (classe B) que permite ensamblar o sistema com um dispositivo de ancoragem, amortizável em 3 utilizações; uma corda de fibra de comprimento fixo como elemento de amarração, amortizável em 4 utilizações; um absorvedor de energia encarregado de dissipar a energia cinética desenvolvida durante uma queda desde uma altura determinada, amortizável em 4 utilizações e um cinto de fixação e retenção destinado a manter o utilizador numa posição no seu ponto de trabalho com plena segurança (sujeição) ou evitar que alcance um ponto desde onde se possa produzir uma queda (retenção). Sistema de fixação e retenção composto por um conector básico (classe B) que permite ensamblar o sistema com um dispositivo de ancoragem, amortizável em 3 utilizações; uma corda de fibra de comprimento fixo como elemento de amarração, amortizável em 4 utilizações; um absorvedor de energia encarregado de dissipar a energia cinética desenvolvida durante uma queda desde uma altura determinada, amortizável em 4 utilizações e um cinto de fixação e retenção destinado a manter o utilizador numa posição no seu ponto de trabalho com plena segurança (sujeição) ou evitar que alcance um ponto desde onde se possa produzir uma queda (retenção).	1.000	56.98	56.98
YIJ010	Artigo	Ud	Óculos de protecção com moldura integral, com resistência a pó grosso, com ocular única sobre uma moldura flexível e fita elástica, amortizável em 5 utilizações.	1.000	3.58	3.58
YIJ010b	Artigo	Ud	Óculos de protecção com moldura integral, com resistência a impactos de partículas a grande velocidade e média energia, a temperaturas extremas, com ocular única sobre uma moldura flexível e fita elástica, amortizável em 5 utilizações. Óculos de protecção com moldura integral, com resistência a impactos de partículas a grande velocidade e média energia, a temperaturas extremas, com ocular única sobre uma moldura flexível e fita elástica, amortizável em 5 utilizações.	1.000	2.09	2.09

YIJ010c	Artigo	Ud	Escudo de protecção facial, com resistência a impactos de partículas a grande velocidade e média energia, a temperaturas extremas, com visor unido a um protector frontal com banda de cabeça ajustável, amortizável em 5 utilizações.	1.000	4.08	4.08			
YIM010	Artigo	Ud	Escudo de protecção facial, com resistência a impactos de partículas a grande velocidade e média energia, a temperaturas extremas, com visor unido a um protector frontal com banda de cabeça ajustável, amortizável em 5 utilizações. Par de luvas contra riscos mecânicos, de algodão com reforço de crute vaca na palma, resistente à abrasão, ao corte por lâmina, ao rasgamento e à perfuração, amortizável em 4 utilizações.	10.000	3.41	34.10			
YIM010b	Artigo	Ud	Par de luvas para trabalhos eléctricos, de baixa tensão, amortizável em 4 utilizações.	2.000	10.60	21.20			
YIM010c	Artigo	Ud	Par de luvas para trabalhos eléctricos, de baixa tensão, amortizável em 4 utilizações.	1.000	6.03	6.03			
YIM020	Artigo	Ud	Par de luvas resistentes ao fogo, de fibra Nomex com acabamento reflector aluminizado com resistência ao calor até 500°C, amortizável em 4 utilizações.	1.000	4.90	4.90			
YIM040	Artigo	Ud	Par de manoplas resistentes ao fogo, de fibra Nomex com acabamento reflector aluminizado com resistência ao calor até 500°C, amortizável em 4 utilizações.	1.000	0.85	0.85			
YIO010	Artigo	Ud	Protector de mãos para ponteiro, amortizável em 4 utilizações.	5.000	1.01	5.05			
YIO020	Artigo	Ud	Protectores auriculares, standard, composto por uma armação desenhada para produzir pressão sobre a cabeça através de um arnês e ajuste com almofadado central, com atenuação acústica de 15 dB, amortizável em 10 utilizações.	2.000	0.02	0.04			
YIP010	Artigo	Ud	Protectores auriculares, standard, composto por uma armação desenhada para produzir pressão sobre a cabeça através de um arnês e ajuste com almofadado central, com atenuação acústica de 15 dB, amortizável em 10 utilizações.	2.000	19.04	38.08			
YIP010b	Artigo	Ud	Jogo de tampões descartáveis, moldáveis, de espuma de poliuretano antialérgica, com atenuação acústica de 31 dB, amortizável em 1 utilização.	5.000	17.32	86.60			
YIP010c	Artigo	Ud	Jogo de tampões descartáveis, moldáveis, de espuma de poliuretano antialérgica, com atenuação acústica de 31 dB, amortizável em 1 utilização.	2.000	73.81	147.62			
YIP020	Artigo	Ud	Par de botas de meio cano de trabalho, sem biqueira resistente a impactos, a zona do tacão fechada, com resistência ao deslizamento, à penetração e à absorção de água, com código de designação OB, amortizável em 2 utilizações.	1.000	23.05	23.05			
YIP030	Artigo	Ud	Par de botas de meio cano de trabalho, sem biqueira resistente a impactos, a zona do tacão fechada, com resistência ao deslizamento, à penetração e à absorção de água, com código de designação OB, amortizável em 2 utilizações.	6.000	6.60	39.60			
YIU010	Artigo	Ud	Par de botins de trabalho, sem biqueira resistente a impactos, a zona do tacão fechada, com resistência ao deslizamento e à perfuração, com código de designação OB, amortizável em 2 utilizações.	8.000	40.48	323.84			
YIU020	Artigo	Ud	Par de botins de trabalho, sem biqueira resistente a impactos, a zona do tacão fechada, com resistência ao deslizamento e à perfuração, com código de designação OB, amortizável em 2 utilizações.	6.000	5.94	35.64			
YIU030	Artigo	Ud	Par de sapatos de trabalho, sem biqueira resistente a impactos, a zona do tacão fechada, de tipo isolante, com resistência ao deslizamento, com código de designação OB, amortizável em 2 utilizações.	4.000	4.67	18.68			
YIU040	Artigo	Ud	Par de sapatos de trabalho, sem biqueira resistente a impactos, a zona do tacão fechada, de tipo isolante, com resistência ao deslizamento, com código de designação OB, amortizável em 2 utilizações.	2.000	2.45	4.90			
YIU050	Artigo	Ud	Par de polainas para extinção de incêndios, amortizável em 3 utilizações.	4.000	4.86	19.44			
YIV010	Artigo	Ud	Par de polainas para extinção de incêndios, amortizável em 3 utilizações.	1.000	8.76	8.76			
YIV020	Artigo	Ud	Par de palmilhas resistentes à perfuração, amortizável em 1 utilização.	1.000	1.83	1.83			
			Par de palmilhas resistentes à perfuração, amortizável em 1 utilização.	1.000	8.76	8.76			
			Fato macaco de protecção para trabalhos expostos ao calor ou às chamas, com propagação limitada da chama, submetidos a uma temperatura ambiente até 100°C, amortizável em 3 utilizações.	8.000	40.48	323.84			
			Fato macaco de protecção para trabalhos expostos ao calor ou às chamas, com propagação limitada da chama, submetidos a uma temperatura ambiente até 100°C, amortizável em 3 utilizações.	6.000	5.94	35.64			
			Fato macaco de protecção para trabalhos expostos à chuva, amortizável em 5 utilizações.	4.000	4.67	18.68			
			Fato macaco de protecção para trabalhos expostos à chuva, amortizável em 5 utilizações.	2.000	2.45	4.90			
			Colete de grande visibilidade, de material reflector, encarregado de aumentar a visibilidade do utilizador quando a única luz existente provém dos faróis de veículos, amortizável em 5 utilizações.	4.000	4.67	18.68			
			Colete de grande visibilidade, de material reflector, encarregado de aumentar a visibilidade do utilizador quando a única luz existente provém dos faróis de veículos, amortizável em 5 utilizações.	2.000	2.45	4.90			
			Cinto com bolsa de vários compartimentos para ferramentas, amortizável em 10 utilizações.	4.000	4.86	19.44			
			Cinto com bolsa de vários compartimentos para ferramentas, amortizável em 10 utilizações.	1.000	8.76	8.76			
			Faixa de protecção lombar com amplo suporte abdominal e fixação regulável com velcro, amortizável em 4 utilizações.	1.000	1.83	1.83			
			Faixa de protecção lombar com amplo suporte abdominal e fixação regulável com velcro, amortizável em 4 utilizações.	1.000	8.76	8.76			
			Equipamento de protecção respiratória (EPR), filtrante não assistido, composto por uma semi-máscara, que cobre o nariz, a boca e o queixo, garantindo um ajuste hermético à cara do trabalhador face à atmosfera ambiente, amortizável em 3 utilizações e um filtro de partículas, de eficiência média (P2), amortizável em 3 utilizações.	1.000	1.83	1.83			
			Equipamento de protecção respiratória (EPR), filtrante não assistido, composto por uma semi-máscara, que cobre o nariz, a boca e o queixo, garantindo um ajuste hermético à cara do trabalhador face à atmosfera ambiente, amortizável em 3 utilizações e um filtro de partículas, de eficiência média (P2), amortizável em 3 utilizações.	1.000	1.83	1.83			
			Máscara auto-filtrante contra partículas, totalmente fabricada de material filtrante, que cobre o nariz, a boca e o queixo, garantindo um ajuste hermético à cara do trabalhador face à atmosfera ambiente, FFP1, amortizável em 1 utilização.	1.000	1.83	1.83			
			Máscara auto-filtrante contra partículas, totalmente fabricada de material filtrante, que cobre o nariz, a boca e o queixo, garantindo um ajuste hermético à cara do trabalhador face à atmosfera ambiente, FFP1, amortizável em 1 utilização.						
			YI		1.038.12	1.038.12			
YM	Capítulo		Medicina preventiva e primeiros socorros		101.78	101.78			
YMM010	Artigo	Ud	Caixa de primeiros socorros para instalações provisórias da obra, provido de desinfetantes e anti-sépticos autorizados, gazes estéreis, algodão hidrófilo, venda, esparadrapo, pensos rápidos, uma tesoura, pinças, luvas descartáveis, sacos de borracha para água e gelo, antiespasmódicos, analgésicos, tónicos cardíacos de urgência, um torniquete, um termómetro clínico e seringas descartáveis, fixada ao paramento com parafusos e buchas.	1.000	101.78	101.78			
			Caixa de primeiros socorros para instalações provisórias da obra, provido de desinfetantes e anti-sépticos autorizados, gazes estéreis, algodão hidrófilo, venda, esparadrapo, pensos rápidos, uma tesoura, pinças, luvas descartáveis, sacos de borracha para água e gelo, antiespasmódicos, analgésicos, tónicos cardíacos de urgência, um torniquete, um termómetro clínico e seringas descartáveis, fixada ao paramento com parafusos e buchas.						
			YM		101.78	101.78			
YP	Capítulo		Instalações provisórias de higiene e bem-estar		3.495.07	3.495.07			
YPC210	Artigo	m²	Execução e demolição posterior das obras de adaptação de local existente como instalação provisória para WC em obra, composta por: isolamento térmico, distribuição interior, instalações de abastecimento de água, saneamento e electricidade, revestimento de marmorite nos pavimentos, ladrilhamento em paredes, aparelhos sanitários, tecto falso de placas de escaloia, portas de madeira pintadas e janelas de alumínio com vidro e grades.	2.000	180.75	361.50			
			Execução e demolição posterior das obras de adaptação de local existente como instalação provisória para WC em obra, composta por: isolamento térmico, distribuição interior, instalações de abastecimento de água, saneamento e electricidade, revestimento de marmorite nos pavimentos, ladrilhamento em paredes, aparelhos sanitários, tecto falso de placas de escaloia, portas de madeira pintadas e janelas de alumínio com vidro e grades.						
YPC211	Artigo	m²	Execução e demolição posterior das obras de adaptação de local existente como instalação provisória para vestiários em obra, composta por: isolamento térmico, distribuição interior, instalação de electricidade, revestimento de marmorite nos pavimentos, revestimento com gesso e pintura em paredes, tecto falso de placas de escaloia, portas de madeira pintadas e janelas de alumínio com vidro e grades.	8.000	151.88	1.215.04			
			Execução e demolição posterior das obras de adaptação de local existente como instalação provisória para vestiários em obra, composta por: isolamento térmico, distribuição interior, instalação de electricidade, revestimento de marmorite nos pavimentos, revestimento com gesso e pintura em paredes, tecto falso de placas de escaloia, portas de madeira pintadas e janelas de alumínio com vidro e grades.						
YPM010	Artigo	Ud	Radiador, cabide, banco para 5 pessoas, espelho, porta-rolos, saboneteira, secador de mãos eléctrico em local ou instalação provisória da obra para vestiários e/ou WC's de serviço.	1.000	131.31	131.31			
			Radiador, cabide, banco para 5 pessoas, espelho, porta-rolos, saboneteira, secador de mãos eléctrico em local ou instalação provisória da obra para vestiários e/ou WC's de serviço.						
				Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal
			Instalações provisórias para wc's de serviço	1				1.000	1.000
YPM010b	Artigo	Ud	Radiador, 3 cacifos individuais, 5 cabides, banco para 5 pessoas, espelho, porta-rolos, saboneteira em local ou instalação provisória da obra para vestiários e/ou WC's de serviço.	1.000	218.43	218.43			
			Radiador, 3 cacifos individuais, 5 cabides, banco para 5 pessoas, espelho, porta-rolos, saboneteira em local ou instalação provisória da obra para vestiários e/ou WC's de serviço.						

			Instalações provisórias para vestiários	Uds.	Comprim.	Largura	Altura	Parcial	Subtotal			
				1				1.000	1.000			
YPL010	Artigo	Ud	<p>Hora de limpeza e desinfecção de instalação provisória em obra.</p> <p>Hora de limpeza e desinfecção de instalação provisória em obra.</p>						84.480	18.57	1.568.79	
									3.495.07	3.495.07		
YS	Capítulo	Sinalização provisória de obras									248.82	248.82
YSB010	Artigo	Ud	Baliza reflectora para sinalização, de chapa galvanizada, de 20x100 cm, de bordo direito de faixa de rodagem, com faixas de cor branca e vermelho e retro-reflexão nível 1 (E.G.), amortizável em 10 utilizações.						1.000	5.29	5.29	
YSB050	Artigo	m	Baliza reflectora para sinalização, de chapa galvanizada, de 20x100 cm, de bordo direito de faixa de rodagem, com faixas de cor branca e vermelho e retro-reflexão nível 1 (E.G.), amortizável em 10 utilizações.						10.000	1.35	13.50	
YSB130	Artigo	m	Fita para balizamento, de material plástico, de 8 cm de largura, impressa em ambas as faces em faixas de cor vermelho e branco.						10.000	2.73	27.30	
YSV010	Artigo	Ud	Fita para balizamento, de material plástico, de 8 cm de largura, impressa em ambas as faces em faixas de cor vermelho e branco.						1.000	11.08	11.08	
YSS020	Artigo	Ud	Barreira de segurança de ferro, de 1,10x2,50 m, amortizável em 20 utilizações, para delimitação provisória de zona de obras.						1.000	7.66	7.66	
YSS030	Artigo	Ud	Barreira de segurança de ferro, de 1,10x2,50 m, amortizável em 20 utilizações, para delimitação provisória de zona de obras.						1.000	4.03	4.03	
YSS031	Artigo	Ud	Sinal provisório de obra de chapa de aço galvanizado, de perigo, triangular, L=70 cm, com retro-reflexão nível 1 (E.G.), com cavalete portátil de aço galvanizado. O sinal amortizável em 5 utilizações e o cavalete em 5 utilizações.						1.000	4.03	4.03	
YSS032	Artigo	Ud	Sinal provisório de obra de chapa de aço galvanizado, de perigo, triangular, L=70 cm, com retro-reflexão nível 1 (E.G.), com cavalete portátil de aço galvanizado. O sinal amortizável em 5 utilizações e o cavalete em 5 utilizações.						1.000	4.03	4.03	
YSS033	Artigo	Ud	Cartaz geral indicativo de riscos, de PVC serigrafado, de 990x670 mm, amortizável em 3 utilizações, fixado com abraçadeiras.						1.000	4.40	4.40	
YSS034	Artigo	Ud	Cartaz geral indicativo de riscos, de PVC serigrafado, de 990x670 mm, amortizável em 3 utilizações, fixado com abraçadeiras.						1.000	4.40	4.40	
YSM005	Artigo	m	Sinal de aviso, de PVC serigrafado, de 297x210 mm, com pictograma preto de forma triangular sobre fundo amarelo, amortizável em 3 utilizações, fixado com abraçadeiras.						10.000	2.70	27.00	
YSM006	Artigo	m	Sinal de aviso, de PVC serigrafado, de 297x210 mm, com pictograma preto de forma triangular sobre fundo amarelo, amortizável em 3 utilizações, fixado com abraçadeiras.						10.000	2.70	27.00	
YSM010	Artigo	m	Sinal de proibição, de PVC serigrafado, de 297x210 mm, com pictograma preto de forma circular sobre fundo branco, amortizável em 3 utilizações, fixado com abraçadeiras.						10.000	5.66	56.60	
YSM020	Artigo	m	Sinal de proibição, de PVC serigrafado, de 297x210 mm, com pictograma preto de forma circular sobre fundo branco, amortizável em 3 utilizações, fixado com abraçadeiras.						10.000	5.29	52.90	
									248.82	248.82		
									10.302.96	10.302.96		
									181.581.01	181.581.01		

ANEXO IV – RELATÓRIO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO GBS

My Projects Dashboards My Profile My Account Welcome, Ismael!

My Projects > Reference-Building (1)

Run List Run Charts Project Defaults Project Details Project Members Utility Information Weather Station Notes

Run Name: ARCH.xml

Energy and Carbon Results US EPA Energy Star Water Usage Photovoltaic Analysis LEED Daylight 3D VRML View Export and Download Data Files Design Alternatives

Project Template Applied: [Reference-Building \(1\)_default](#) Building Type: SingleFamily Electric Cost: \$0.22 / kWh Utility Data Used: [Project Default Utility Rates](#)
 Location: Porto, Porto

1 Base Run 2 Design Alternative Carbon Footprint

Energy, Carbon and Cost Summary

Annual Energy Cost \$1,241
 Lifecycle Cost \$16,906

Annual CO₂ Emissions

Electric 0.0 Mg
 Onsite Fuel 0.4 Mg
 Large SUV Equivalent 0.0 SUVs / Year

Annual Energy

Energy Use Intensity (EUI) 121 MJ / m² / year

Electric 4,941 kWh
 Fuel 7,765 MJ

Annual Peak Demand 2.1 kW

Lifecycle Energy

Electric 148,217 kW
 Fuel 232,952 MJ

Assumptions ⓘ

Create a [Design Alternative](#) to improve your building performance.

Base Run Carbon Neutral Potential ⓘ

Annual CO₂ Emissions

1 Base Run N/A

Onsite Renewable Potential N/A
 Natural Ventilation Potential N/A
 Onsite Biofuel Use N/A

Net CO₂ Emissions N/A

Net Large SUV Equivalent: N/A

Assumptions ⓘ

Electric Power Plant Sources in Your Region

Fossil N/A
 Nuclear N/A
 Hydroelectric N/A
 Renewable N/A
 Other N/A

Assumptions ⓘ

LEED, Photovoltaic, Wind Energy, and Natural Ventilation Potential

* Note: Details shown below are for the Base Run ARCH.xml

LEED Daylight (more details)

Percentage of building area with glazing factor over 2%: **35.9% - No LEED Credit**

LEED Water Efficiency (more details)

	L / yr	\$ / yr
Indoor:	301,222	\$484
Outdoor:	444,056	\$305
Total	745,279	\$789

Photovoltaic Potential (more details)

Annual Energy Savings: 11,696 kWh
 Total Installed Panel Cost: \$86,767
 Nominal Rated Power: 11 kW
 Total Panel Area: 79 m²
 Maximum Payback Period: 26 years @ \$0.22 / kWh

Wind Energy Potential

Annual Electric Generation: 2,168 kWh

Natural Ventilation Potential

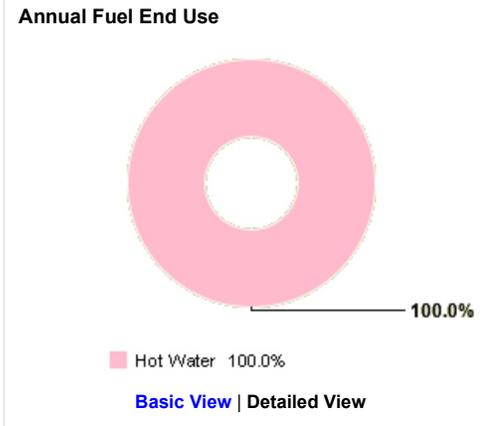
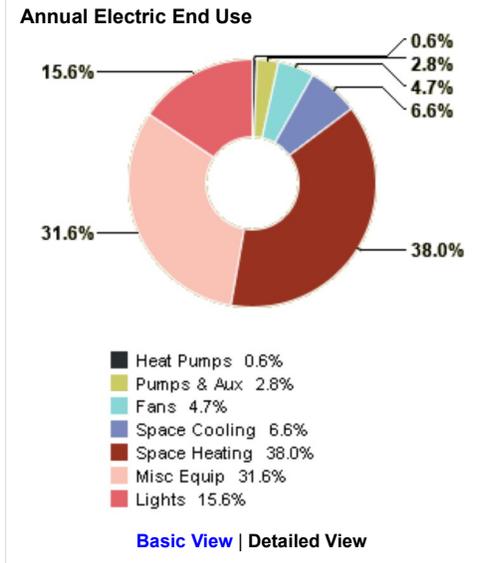
Total Hours Mechanical Cooling Required: 1,456 Hours
 Possible Natural Ventilation Hours: 713 Hours
 Possible Annual Electric Energy Savings: 249 kWh
 Possible Annual Electric Cost Savings: \$53
 Net Hours Mechanical Cooling Required: 743 Hours

Assumptions ⓘ

Assumptions [i](#)

▼ Energy End Use Charts

Note: Details shown below are for the Base Run ARCH.xml



▼ Building Details and Assumptions

Note: Details shown below are for the Base Run ARCH.xml

[Updating your building assumptions](#) [i](#)

Building Summary - Quick Stats

Number of People:	3 people	↓
Average Lighting Power Density:	1.00 W / m ²	↓
Average Equipment Power Density:	2.50 W / m ²	↓
Specific Fan Flow:	3.1 LPerSec / m ²	
Specific Fan Power:	-246,068.397 W / LPerSec	↓
Specific Cooling:	0 m ² / kW	↓
Specific Heating:	0 m ² / kW	↓
Total Fan Flow:	813 LPerSec	
Total Cooling Capacity:	-58,599 kW	
Total Heating Capacity:	58,628 kW	

↑ higher than typical value
↓ lower than typical value

Base Run Construction

Roofs	Basic Roof: Roof Concrete U-Value: 0.30 i	79 m ²
Ceilings	Interior Drop Ceiling Tile U-Value: 2.60 i	1 m ²
Exterior Walls	Basic Wall: Exterior Wall U-Value: 0.34 i	49 m ²
	Basic Wall: Exterior Wall U-Value: 0.34 i	138 m ²
	R15+7.5 c.i.Metal Frame Wall U-Value: 0.33 i	11 m ²
Interior Walls	Basic Wall: Generic - 150mm Masonry U-Value: 4.12 i	100 m ²
	Basic Wall: Generic - 150mm Masonry U-Value: 4.12 i	5 m ²
	Uninsulated Interior Wall U-Value: 2.35 i	22 m ²
Interior Floors	Floor: Ceramic Tile + Floor: Floor 2nd level U-Value: 4.72 i	63 m ²
	R0 Wood Frame Carpeted Floor U-Value: 1.16 i	118 m ²
Slabs On Grade	Floor: Floor Ground + Floor: OSB U-Value: 0.29 i	49 m ²
	Floor: Floor Ground + Floor: Ceramic Tile U-Value: 0.30 i	28 m ²
	Floor: Floor Ground + Floor: Ceramic Tile + Floor: Ceramic Tile U-Value: 0.30 i	3 m ²
Nonsliding Doors	R2 Default Door (17 doors) U-Value: 2.39 i	31 m ²
Operable Windows	North Facing Windows: Large single-glazed windows (3 windows) U-Value: 5.56 W / (m ² -K), SHGC: 0.86 , Vlt: 0.90	5 m ²
	Non-North Facing Windows: Large single-glazed windows (7 windows) U-Value: 5.56 W / (m ² -K), SHGC: 0.86 , Vlt: 0.90	5 m ²

Non-North Facing Windows: Low-E double glazing (1/4 in + 1/4 in) (2 windows)	1 m ²
U-Value: 2.10 W / (m ² -K), SHGC: 0.65 , Vlt: 0.76	
Non-North Facing Windows: 1/8 in Pilkington single glazing (2 windows)	4 m ²
U-Value: 3.69 W / (m ² -K), SHGC: 0.86 , Vlt: 0.90	

[> 3D VRML View](#)

Base Run Hydronic Equipment

Note: this information should not be used for sizing purposes.

 Domestic Hot Water	Average Demand	675
--	----------------	-----

Base Run Air Equipment

Note: this information should not be used for sizing purposes.

 Packaged Single Zone	Supply Fan Flow	221 LPerSec
	Annual Supply Fan Run Time	3,708 Hours
	Cooling Capacity	-29,303
	Heating Capacity	29,311
 Packaged Single Zone	Supply Fan Flow	592 LPerSec
	Annual Supply Fan Run Time	3,596 Hours
	Cooling Capacity	-29,296
	Heating Capacity	29,317



© Copyright 2013 Autodesk, Inc. All rights reserved. [Terms of Use](#) | [Privacy Settings](#)

Portions of this software are copyrighted by James J. Hirsch & Associates, the Regents of the University of California, and others.

Version 2019.0.47.6 (DOE-2.2-48r)

ANEXO V – LCA TALLY

Dissertação UMinho

LCA

16/08/2020

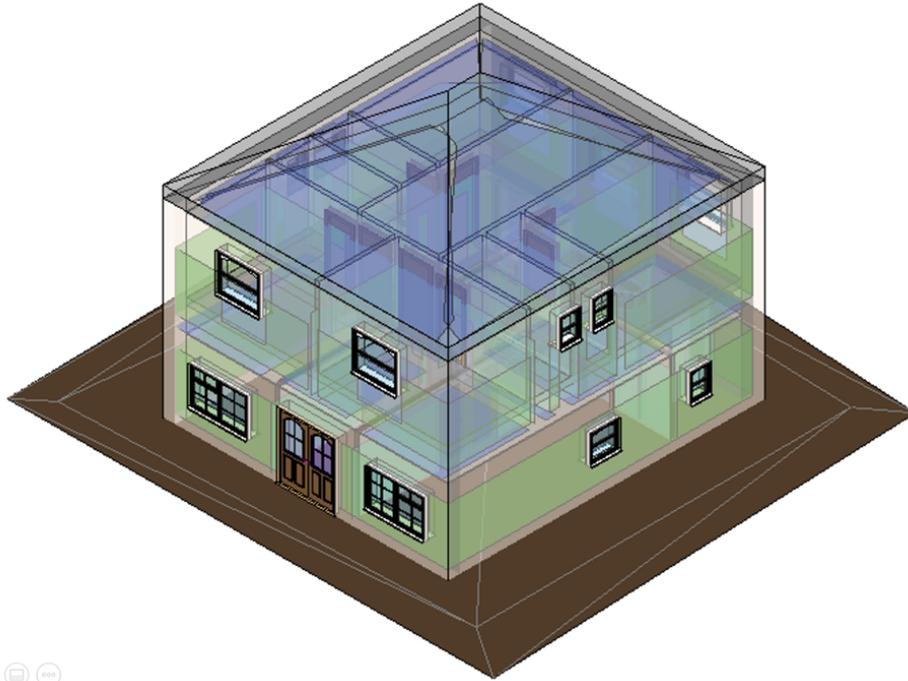


Table of Contents

Report Summary	1
LCA Results	
Results per Life Cycle Stage	2
Results per Life Cycle Stage, itemized by Division	3
Results per Division	4
Results per Division, itemized by Tally Entry	5
Results per Division, itemized by Material	6
Results per Revit Category	7
Results per Revit Category, itemized by Family	8
Appendix	
Calculation Methodology - Life Cycle Assessment Methods	9
Calculation Methodology - Life Cycle Stages	10
Calculation Methodology - Environmental Impact Categories	11
LCI Data	12

Report Summary

Created with Tally

Non-commercial Version 2018.09.27.01

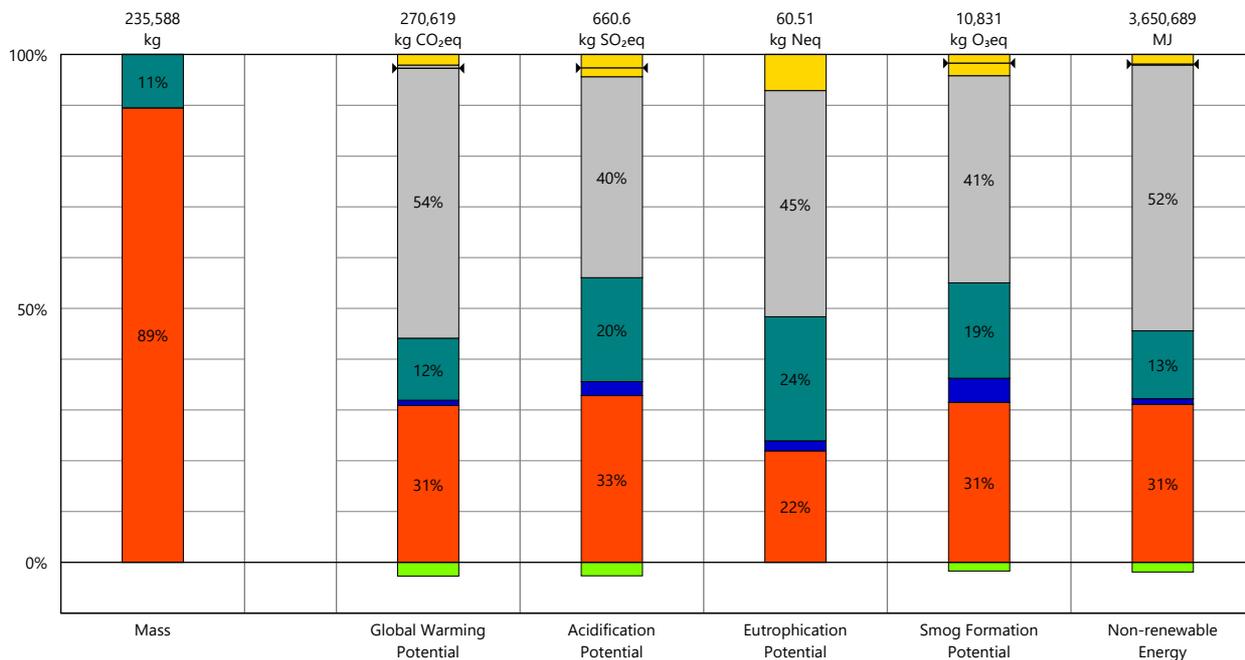
Goal and Scope of Assessment

Simulação de impactes ambientais

Author	pg37073@alunos.uminho.pt
Company	UMinho
Date	16/08/2020
Project	Dissertação UMinho
Location	4585000
Gross Area	137 m ²
Building Life	60
Boundaries	Cradle to grave, exclusive of biogenic carbon; see appendix for a full list of materials and processes
On-site Construction [A5]	Not included
Operational Energy [B6]	4941 kWh annual electricity use 7765 MJ annual heating energy use

Environmental Impact Totals	Product Stage [A1-A3]	Construction Stage [A4]	Use Stage [B2-B6]	End of Life Stage [C2-C4]	Module D [D]
Global Warming (kg CO ₂ eq)	83,540	2,833	178,607	5,639	-7,362
Acidification (kg SO ₂ eq)	216.8	18.18	396.6	28.99	-17.5
Eutrophication (kg Neq)	13.28	1.198	41.73	4.304	-0.5804
Smog Formation (kg O ₃ eq)	3,410	515.3	6,453	452.8	-186
Ozone Depletion (kg CFC-11eq)	3.070E-004	9.619E-011	2.233E-004	1.405E-007	4.512E-005
Primary Energy (MJ)	1,243,849	41,080	3,955,366	81,845	-70,827
Non-renewable Energy (MJ)	1,135,977	40,140	2,398,039	76,533	-69,661
Renewable Energy (MJ)	107,243	944.9	1,558,042	5,407	-1,206
Environmental Impacts / Area					
Global Warming (kg CO ₂ eq/m ²)	609.8	20.68	1,304	41.16	-53.7
Acidification (kg SO ₂ eq/m ²)	1.583	0.1327	2.895	0.2116	-0.128
Eutrophication (kg Neq/m ²)	0.09692	0.008746	0.3046	0.03141	-0.004237
Smog Formation (kg O ₃ eq/m ²)	24.89	3.761	47.10	3.305	-1.36
Ozone Depletion (kg CFC-11eq/m ²)	2.241E-006	7.021E-013	1.630E-006	1.025E-009	3.293E-007
Primary Energy (MJ/m ²)	9,079	299.9	28,871	597.4	-517
Non-renewable Energy (MJ/m ²)	8,292	293.0	17,504	558.6	-508
Renewable Energy (MJ/m ²)	782.8	6.897	11,373	39.46	-8.81

Results per Life Cycle Stage

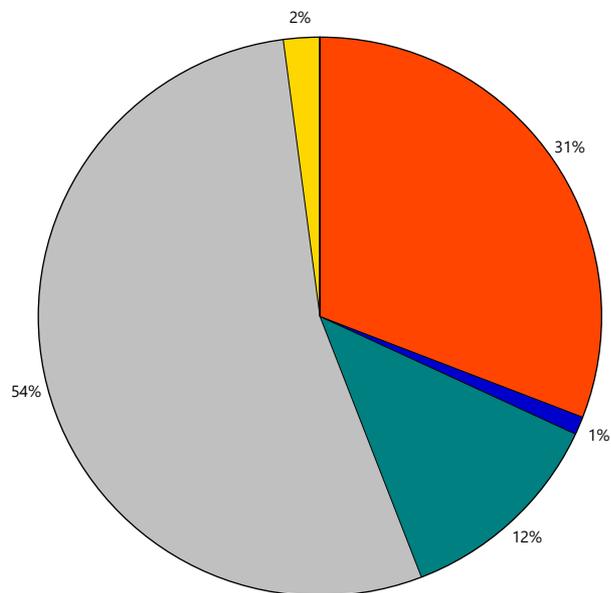


Legend

↔ Net value (impacts + credits)

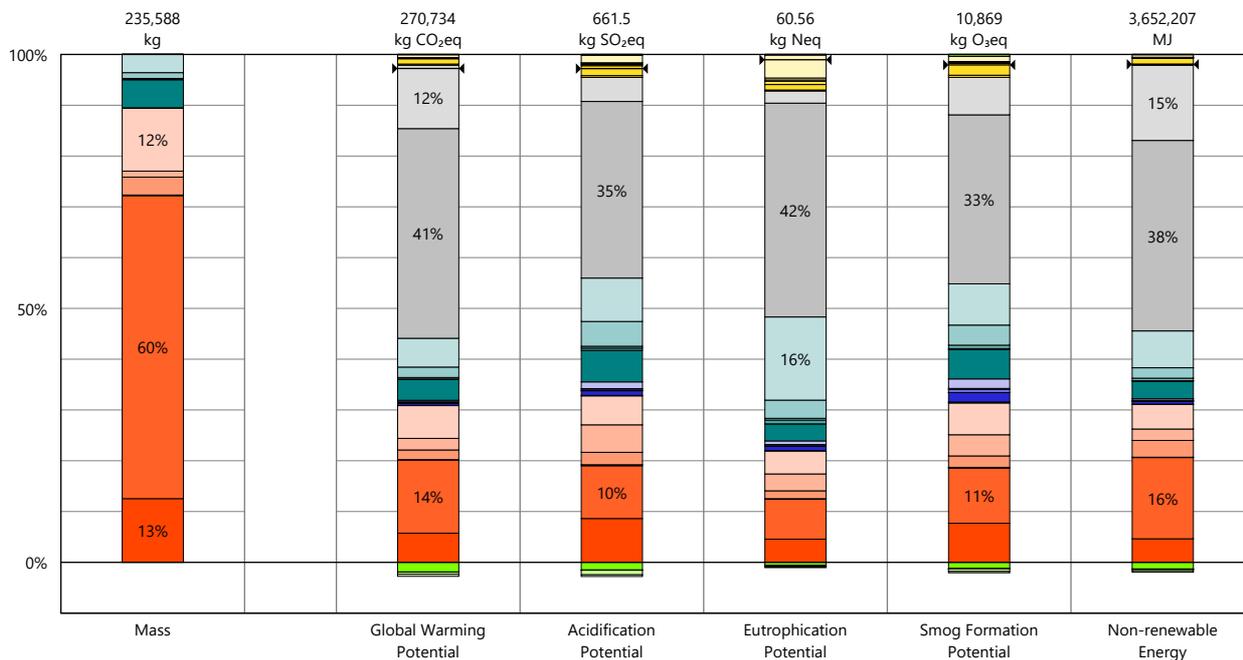
Life Cycle Stages

- Product [A1-A3]
- Transportation [A4]
- Maintenance and Replacement [B2-B5]
- Operational Energy [B6]
- End of Life [C2-C4]
- Module D [D]



Global Warming Potential

Results per Life Cycle Stage, itemized by Division



Legend

↔ Net value (impacts + credits)

Product [A1-A3]

- 03 - Concrete
- 04 - Masonry
- 06 - Wood/Plastics/Composites
- 07 - Thermal and Moisture Protection
- 08 - Openings and Glazing
- 09 - Finishes

Transportation [A4]

- 03 - Concrete
- 04 - Masonry
- 06 - Wood/Plastics/Composites
- 07 - Thermal and Moisture Protection
- 08 - Openings and Glazing
- 09 - Finishes

Maintenance and Replacement [B2-B5]

- 03 - Concrete
- 04 - Masonry
- 06 - Wood/Plastics/Composites
- 07 - Thermal and Moisture Protection
- 08 - Openings and Glazing
- 09 - Finishes

Operational Energy [B6]

- Electricity
- Heating

End of Life [C2-C4]

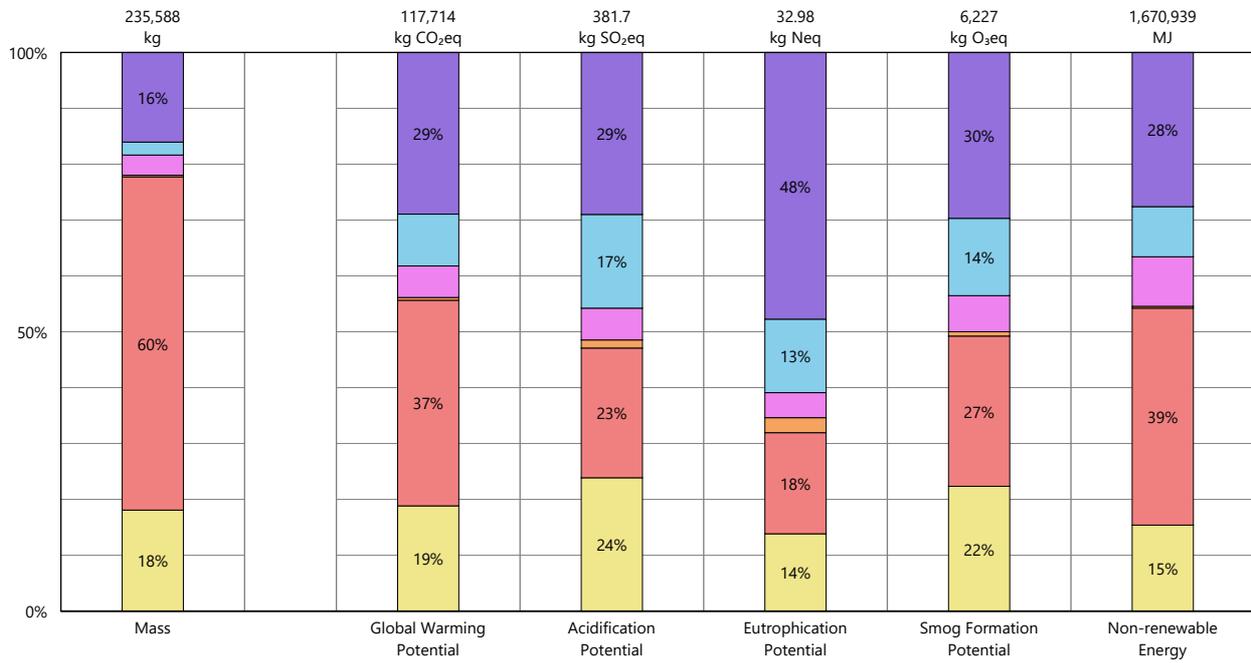
- 03 - Concrete
- 04 - Masonry
- 06 - Wood/Plastics/Composites
- 07 - Thermal and Moisture Protection
- 08 - Openings and Glazing
- 09 - Finishes

Module D [D]

- 03 - Concrete
- 04 - Masonry
- 06 - Wood/Plastics/Composites
- 07 - Thermal and Moisture Protection

- 08 - Openings and Glazing
- 09 - Finishes

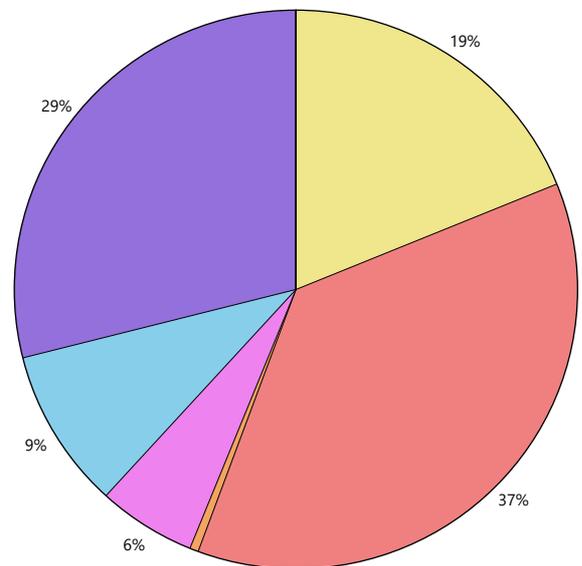
Results per Division



Legend

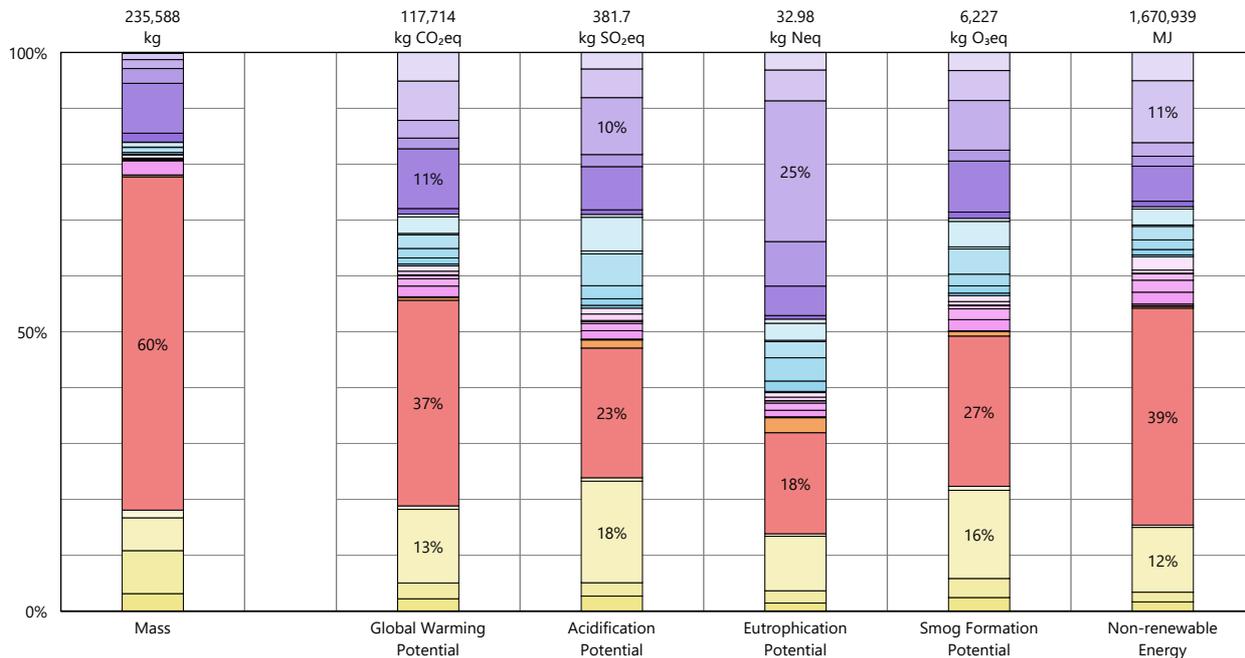
Divisions

- 03 - Concrete
- 04 - Masonry
- 06 - Wood/Plastics/Composites
- 07 - Thermal and Moisture Protection
- 08 - Openings and Glazing
- 09 - Finishes



Global Warming Potential

Results per Division, itemized by Tally Entry



Legend

03 - Concrete

- Cast-in-place concrete, lightweight structural concrete, 3001-4000 psi
- Precast concrete paver
- Precast concrete structural panel, glass fiber-reinforced concrete
- Stair, cast-in-place concrete

04 - Masonry

- Brick

06 - Wood/Plastics/Composites

- Oriented strandboard (OSB)

07 - Thermal and Moisture Protection

- Asphalt felt sheet
- Built up asphalt roofing
- Clay roofing tile
- EPDM, roofing membrane
- Expanded polystyrene (EPS), board
- Glass-fiber, blanket
- Mineral wool, board, generic
- Self-adhering sheet waterproofing, modified bituminous sheet

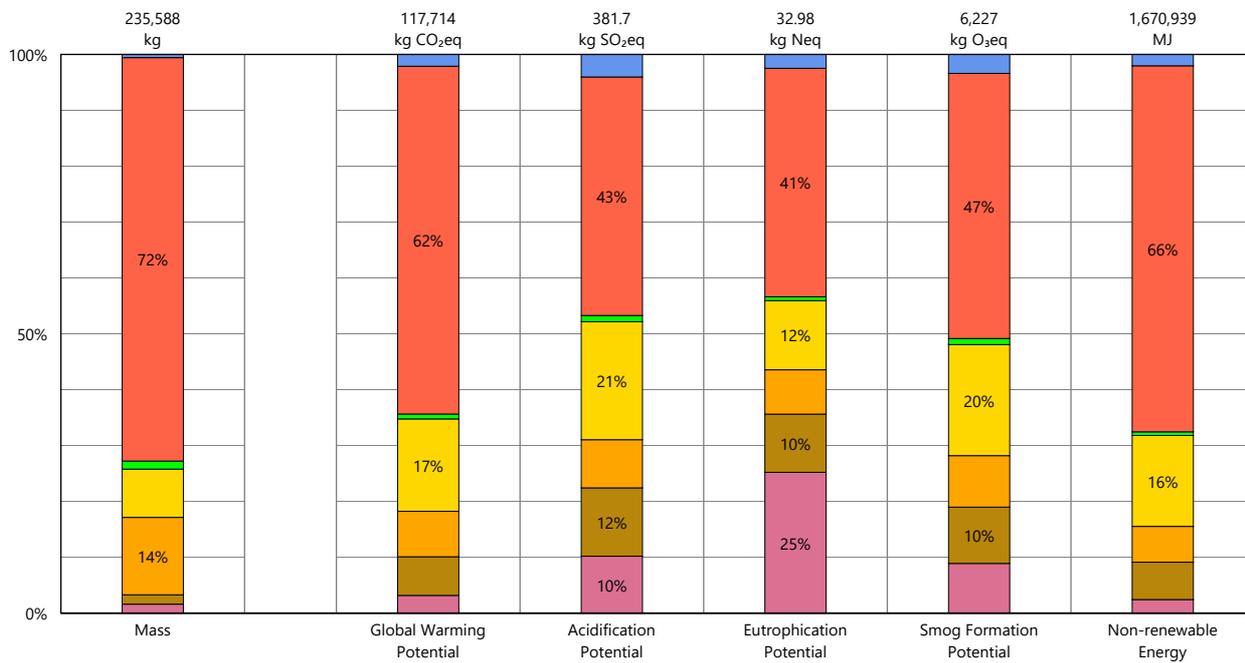
08 - Openings and Glazing

- Aluminum mullion, inclusive of finish
- Door frame, wood
- Door, exterior, steel
- Glazing, triple pane IGU
- Post or guard rail, laminated glass
- Spandrel, glass, insulated
- Window frame, wood

09 - Finishes

- Ceramic tile
- Portland cement stucco
- Wall board, gypsum
- Wall covering, cork
- Wall covering, rigid sheet wall protection
- Wall covering, textile

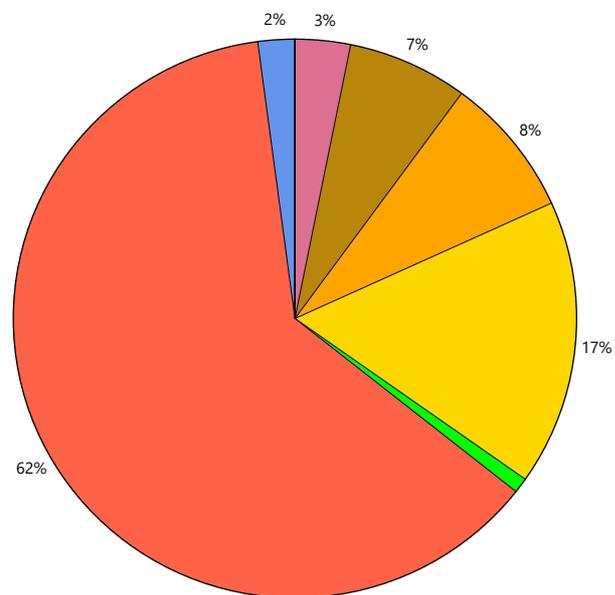
Results per Revit Category



Legend

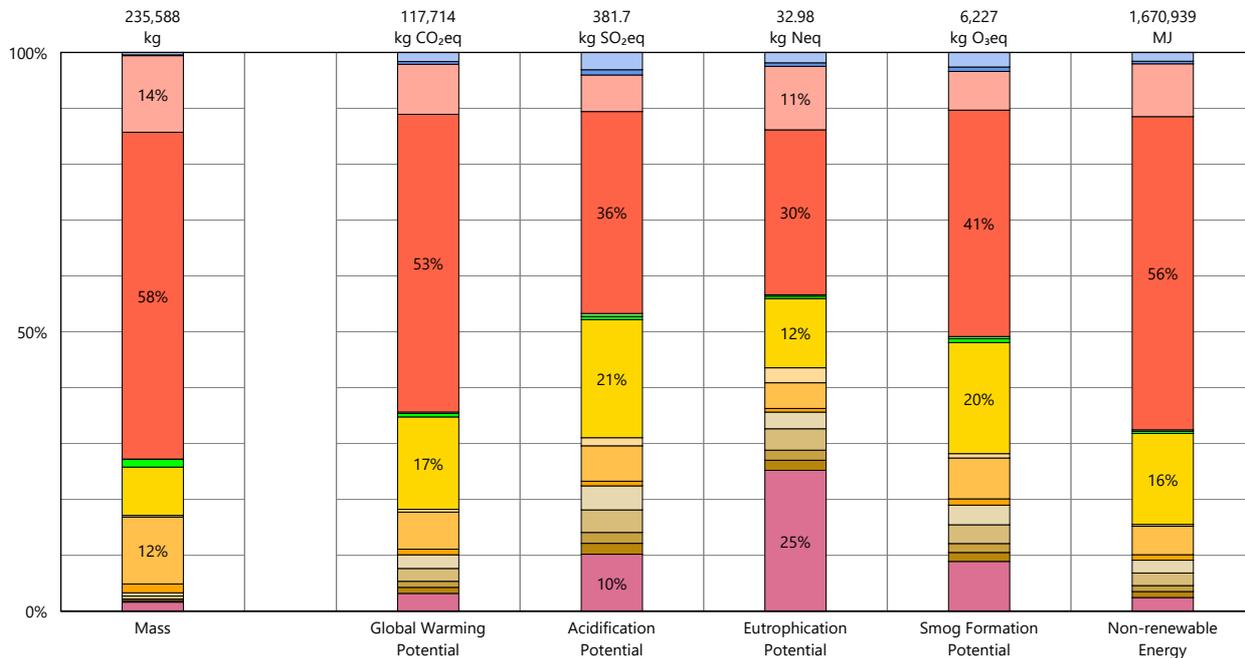
Revit Categories

- Ceilings
- Doors
- Floors
- Roofs
- Stairs and Railings
- Walls
- Windows



Global Warming Potential

Results per Revit Category, itemized by Family



Legend

Ceilings

Ceiling

Doors

- Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_3
- Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_4
- Doors_IntDbI_7
- M_Single-Flush

Floors

- Ceramic Tile
- Floor Ground
- OSB

Roofs

- Roof Concrete

Stairs and Railings

- 180mm max riser 275mm tread
- 900mm Pipe

Walls

- Exterior Wall
- Generic - 150mm Masonry

Windows

- Windows_Dbl_w-Glazing_Bars_and_Vent
- Windows_Sgl_Swept_Head

Calculation Methodology

LIFE CYCLE ASSESSMENT METHODS

The following provides a description of terms and methods associated with the use of Tally to conduct life cycle assessment for construction works and construction products. Tally methodology is consistent with LCA standards ISO 14040-14044, ISO 21930:2017, ISO 21931:2010, EN 15804:2012, and EN 15978:2011. For more information about LCA, please refer to these standards or visit www.choosetally.com.

Studied objects

The life cycle assessment (LCA) results reported represent an analysis of a single building, multiple buildings, or a comparative analysis of two or more building design options. The assessment may represent the complete architectural, structural, and finish systems of the building(s) or a subset of those systems. This may be used to compare the relative environmental impacts associated with building components or for comparative study with one or more reference buildings. Design options may represent a full or partial building across various stages of the design process, or they may represent multiple schemes of a full or partial building that are being compared to one another across a range of evaluation criteria.

Functional unit and reference unit

A functional unit is the quantified performance of a product, building, or system that defines the object of the study. The functional unit of a single building should include the building type (e.g. office, factory), relevant technical and functional requirements (e.g. regulatory requirements, energy performance), pattern of use (e.g. occupancy, usable floor area), and the required service life. For a design option comparison of a partial building, the functional unit is the complete set of building systems or products that perform a given function. It is the responsibility of the modeler to assure that reference buildings or design options are functionally equivalent in terms of scope and relevant performance. The expected life of the building has a default value of 60 years and can be modified by the modeler.

The reference unit is the full collection of processes and materials required to produce a building or portion thereof and is quantified according to the given goal and scope of the assessment over the full life of the building. If construction impacts are included in the assessment, the reference unit also includes the energy, water, and fuel consumed on the building site during construction. If operational energy is included in the assessment, the reference unit includes the electrical and thermal energy consumed on site over the life of the building.

Data source

Tally utilizes a custom designed LCA database that combines material attributes, assembly details, and architectural specifications with environmental impact data resulting from the collaboration between KieranTimberlake and thinkstep. LCA modeling was conducted in GaBi 8.5 using GaBi 2018 databases and in accordance with [GaBi databases and modeling principles](#).

The data used are intended to represent the US and the year 2017. Where representative data were unavailable, proxy data were used. The datasets used, their geographic region, and year of reference are listed for each entry. An effort was made to choose proxy datasets that are technologically consistent with the relevant entry.

Data quality and uncertainty

Uncertainty in results can stem from both the data used and their application. Data quality is judged by: its measured, calculated, or estimated precision; its completeness, such as unreported emissions; its consistency, or degree of uniformity of the methodology applied on a study serving as a data source; and geographical, temporal, and technological representativeness. The [GaBi LCI databases](#) have been used in LCA models worldwide in both industrial and scientific applications. These LCI databases have additionally been used both as internal and critically reviewed and published studies. Uncertainty introduced by the use of proxy data is reduced by using technologically, geographically, and/or temporally similar data. It is the responsibility of the modeler to appropriately apply the predefined material entries to the building under study.

System boundaries and delimitations

The analysis accounts for the full cradle to grave life cycle of the design options studied across all life cycle stages, including material manufacturing, maintenance and replacement, and eventual end of life. Optionally, the construction impacts and operational energy of the building can be included within the scope. Product stage impacts are excluded for materials and components indicated as existing or salvaged by the modeler. The modeler defines whether the boundary includes or excludes the flow of biogenic carbon, which is the carbon absorbed and generated by biological sources (e.g. trees, algae) rather than from fossil resources.

Architectural materials and assemblies include all materials required for the product's manufacturing and use including hardware, sealants, adhesives, coatings, and finishing. The materials are included up to a 1% cut-off factor by mass except for known materials that have high environmental impacts at low levels. In these cases, a 1% cut-off was implemented by impact.

Calculation Methodology

LIFE CYCLE STAGES

The following describes the scope and system boundaries used to define each stage of the life cycle of a building or building product, from raw material acquisition to final disposal. For products listed in Tally as Environmental Product Declarations (EPD), the full life cycle impacts are included, even if the published EPD only includes the Product stage [A1-A3].

Product [EN 15978 A1 - A3]

This encompasses the full manufacturing stage, including raw material extraction and processing, intermediate transportation, and final manufacturing and assembly. The product stage scope is listed for each entry, detailing any specific inclusions or exclusions that fall outside of the cradle to gate scope. Infrastructure (buildings and machinery) required for the manufacturing and assembly of building materials are not included and are considered outside the scope of assessment.

Transportation [EN 15978 A4]

This counts transportation from the manufacturer to the building site during the construction stage and can be modified by the modeler.

Construction Installation [EN 15978 A5] (Optional)

This includes the anticipated or measured energy and water consumed on-site during the construction installation process, as specified by the modeler.

Maintenance and Replacement [EN 15978 B2-B5]

This encompasses the replacement of materials in accordance with their expected service life. This includes the end of life treatment of the existing products as well as the cradle to gate manufacturing and transportation to site of the replacement products. The service life is specified separately for each product. Refurbishment of materials marked as existing or salvaged by the modeler is also included.

Operational Energy [EN 15978 B6] (Optional)

This is based on the anticipated or measured energy and natural gas consumed at the building site over the lifetime of the building, as indicated by the modeler.

End of Life [EN 15978 C2-C4]

This includes the relevant material collection rates for recycling, processing requirements for recycled materials, incineration rates, and landfilling rates. The impacts associated with landfilling are based on average material properties, such as plastic waste, biodegradable waste, or inert material. Stage C2 encompasses the transport from the construction site to end-of-life treatment based on national averages. Stages C3-C4 account for waste processing and disposal, i.e., impacts associated with landfilling or incineration.

Module D [EN 15978 D]

This accounts for reuse potentials that fall beyond the system boundary, such as energy recovery and recycling of materials. Along with processing requirements, the recycling of materials is modeled using an avoided burden approach, where the burden of primary material production is allocated to the subsequent life cycle based on the quantity of recovered secondary material. Incineration of materials includes credit for average US energy recovery rates.

PRODUCT	CONSTRUCTION	USE	END-OF-LIFE	MODULE D
A1. Extraction A2. Transport (to factory) A3. Manufacturing	A4. Transport (to site) A5. Construction Installation	B1. Use B2. Maintenance B3. Repair B4. Replacement B5. Refurbishment B6. Operational energy B7. Operational water	C1. Demolition C2. Transport (to disposal) C3. Waste processing C4. Disposal	D. Benefits and loads beyond the system boundary from: 1. Reuse 2. Recycling 3. Energy recovery

Life-Cycle Stages as defined by EN 15978. Processes included in Tally modeling scope are shown in bold. Italics indicate optional processes.

Calculation Methodology

ENVIRONMENTAL IMPACT CATEGORIES

A characterization scheme translates all emissions and fuel use associated with the reference flow into quantities of categorized environmental impact. As the degree that the emissions will result in environmental harm depends on regional ecosystem conditions and the location in which they occur, the results are reported as impact potential. Potential impacts are reported in kilograms of equivalent relative contribution (eq) of an emission commonly associated with that form of environmental impact (e.g. kg CO₂eq).

The following list provides a description of environmental impact categories reported according to the TRACI 2.1 characterization scheme, the environmental impact model developed by the US EPA to quantify environmental impact risk associated with emissions to the environment in the United States. TRACI is the standard environmental impact reporting format for LCA in North America. Impacts associated with land use change and fresh water depletion are not included in TRACI 2.1. For more information on TRACI 2.1, reference Bare 2010, EPA 2012, and Guinée 2001. For further description of measurement of environmental impacts in LCA, see Simonen 2014.

Acidification Potential (AP)

kg SO₂eq

A measure of emissions that cause acidifying effects to the environment. The acidification potential is a measure of a molecule's capacity to increase the hydrogen ion (H⁺) concentration in the presence of water, thus decreasing the pH value. Potential effects include fish mortality, forest decline, and the deterioration of building materials.

Eutrophication Potential (EP)

kg Neq

A measure of the impacts of excessively high levels of macronutrients, the most important of which are nitrogen (N) and phosphorus (P). Nutrient enrichment may cause an undesirable shift in species composition and elevated biomass production in both aquatic and terrestrial ecosystems. In aquatic ecosystems, increased biomass production may lead to depressed oxygen levels caused by the additional consumption of oxygen in biomass decomposition.

Global Warming Potential (GWP)

kg CO₂eq

A measure of greenhouse gas emissions, such as carbon dioxide and methane. These emissions are causing an increase in the absorption of radiation emitted by the earth, increasing the natural greenhouse effect. This may, in turn, have adverse impacts on ecosystem health, human health, and material welfare.

Ozone Depletion Potential (ODP)

kg CFC-11eq

A measure of air emissions that contribute to the depletion of the stratospheric ozone layer. Depletion of the ozone leads to higher levels of UVB ultraviolet rays reaching the earth's surface with detrimental effects on humans and plants. As these impacts tend to be very small, ODP impacts can be difficult to calculate and are prone to a larger margin of error than the other impact categories.

Smog Formation Potential (SFP)

kg O₃eq

A measure of ground level ozone, caused by various chemical reactions between nitrogen oxides (NO_x) and volatile organic compounds (VOCs) in sunlight. Human health effects can result in a variety of respiratory issues, including increasing symptoms of bronchitis, asthma, and emphysema. Permanent lung damage may result from prolonged exposure to ozone. Ecological impacts include damage to various ecosystems and crop damage.

Primary Energy Demand (PED)

MJ (lower heating value)

A measure of the total amount of primary energy extracted from the earth. PED tracks energy resource use, not the environmental impacts associated with the resource use. PED is expressed in energy demand from non-renewable resources and from renewable resources. Efficiencies in energy conversion (e.g. power, heat, steam, etc.) are taken into account when calculating this result.

Non-Renewable Energy Demand

MJ (lower heating value)

A measure of the energy extracted from non-renewable resources (e.g. petroleum, natural gas, etc.) contributing to the PED. Non-renewable resources are those that cannot be regenerated within a human time scale. Efficiencies in energy conversion (e.g. power, heat, steam, etc.) are taken into account when calculating this result.

Renewable Energy Demand

MJ (lower heating value)

A measure of the energy extracted from renewable resources (e.g. hydropower, wind energy, solar power, etc.) contributing to the PED. Efficiencies in energy conversion (e.g. power, heat, steam, etc.) are taken into account when calculating this result.

LCI Data

END-OF-LIFE [C2-C4]

A Life Cycle Inventory (LCI) is a compilation and quantification of inputs and outputs for the reference unit. The following LCI provides a summary of all energy, construction, transportation, and material inputs present in the study. Materials are listed in alphabetical order along with a list of all Revit families and Tally entries in which they occur, along with any notes and system boundaries accompanying their database entries. Each entry lists the detailed scope for the LCI data sources used from the GaBi LCI database and identifies the LCI data source.

For LCI data sourced from an Environmental Product Declaration (EPD), the product manufacturer, EPD identification number, and Program Operator are listed. Where the LCI source does not provide data for all life cycle stages, default North American average values are used. This is of particular importance for European EPD sources, as EPD data are generally only provided for the product stage, and North American average values are used for the remaining life cycle stages.

Where specific quantities are associated with a data entry, such as user inputs, energy values, or material mass, the quantity is listed on the same line as the title of the entry.

TRANSPORTATION [A4]

Default transportation values are based on the three-digit material commodity code in the 2012 Commodity Flow Survey by the US Department of Transportation Bureau of Transportation Statistics and the US Department of Commerce where more specific industry-level transportation is not available.

Transportation by Barge

Scope:

The data set represents the transportation of 1 kg of material from the manufacturer location to the building site by barge.

LCI Source:

GLO: Average ship, 1500t payload capacity/ canal ts (2017)

US: Diesel mix at filling station ts (2014)

Transportation by Container Ship

Scope:

The data set represents the transportation of 1 kg of material from the manufacturer location to the building site by container ship.

LCI Source:

GLO: Container ship, 27500 dwt payload capacity, ocean going ts (2017)

US: Heavy fuel oil at refinery (0.3wt.% S) ts (2014)

Transportation by Rail

Scope:

The data set represents the transportation of 1 kg of material from the manufacturer location to the building site by cargo rail.

LCI Source:

GLO: Rail transport cargo - Diesel, average train, gross tonne weight 1000t / 726t payload capacity ts (2017)

US: Diesel mix at filling station ts (2014)

Transportation by Truck

Scope:

The data set represents the transportation of 1 kg of material from the manufacturer location to the building site by diesel truck.

LCI Source:

US: Truck - Trailer, basic enclosed / 45,000 lb payload - 8b ts (2017)

US: Diesel mix at filling station ts (2014)

LCI Data (continued)

OPERATIONAL ENERGY [B6]

Each associated dataset includes relevant upstream impacts associated with extraction of energy resources (such as coal or crude oil), including refining, combustion, transmission, losses, and other associated factors.

Operational Electrical Energy

4941 kWh

Description:

Average grid mix - Portuguese electricity grid mix

Scope:

The data set represents the average country or region specific electricity supply for final consumers, including electricity own consumption, transmission/distribution losses and electricity imports from neighboring countries. The national energy carrier mixes used for electricity production, the power plant efficiency data, shares on direct to combined heat and power generation (CHP), as well as transmission/distribution losses and own consumption values are taken from official statistics (International Energy Agency, and US-EPA eGRID for USA regions) for the corresponding reference year.

LCI Source:

PT: Electricity grid mix ts (2014)

Operational Heating Energy

7765 MJ

Description:

Natural gas - Portuguese natural gas

Scope:

The data set represents region-specific natural gas use for heating during building use and operations. Entry includes upstream production of natural gas, transport from refinery to filling station, and on-site combustion.

LCI Source:

PT: Thermal energy from natural gas ts (2014)

END-OF-LIFE [C2-C4]

Specific end-of-life scenarios are detailed for each entry based on the US construction and demolition waste treatment methods and rates in the 2016 WARM Model by the US Environmental Protection Agency except where otherwise specified. Heterogeneous assemblies are modeled using the appropriate methodologies for the component materials.

End-of-Life Landfill

Scope:

Materials for which no recycling or incineration rates are known, no recycling occurs within the US at a commercial scale, or which are unable to be recycled are landfilled. This includes glass, drywall, insulation, and plastics. The solids contents of coatings, sealants, and paints are assumed to go to landfill, while the solvents or water evaporate during installation. Where the landfill contains biodegradable material, the energy recovered from landfill gas utilization is reflected as a credit in Module D.

LCI Source:

US: Glass/inert on landfill ts (2017)
US: Biodegradable waste on landfill, post-consumer ts (2017)
US: Plastic waste on landfill, post-consumer ts (2017)

Concrete End-of-Life

Scope:

Concrete (or other masonry products) are recycled into aggregate or general fill material or they are landfilled. It is assumed that 55% of the concrete is recycled. Module D accounts for both the credit associated with off-setting the production aggregate and the burden of the grinding energy required for processing.

LCI Source:

US: Diesel mix at refinery ts (2014)
GLO: Fork lifter (diesel consumption) ts (2016)
EU - 28 Gravel 2/32 ts (2017)
US: Glass/inert on landfill ts (2017)

Metals End-of-Life

Scope:

Metal products are modeled using the avoided burden approach. The recycling rate at end of life is used to determine how much secondary metal can be recovered after having subtracted any scrap input into manufacturing (net scrap). Net scrap results in an environmental credit in Module D for the corresponding share of the primary burden that can be allocated to the subsequent product system using secondary material as an input. If the value in Module D reflects an environmental burden, then the original product (A1-A3) contains more secondary material than is recovered.

LCI Source:

Aluminum - RNA: Primary Aluminum Ingot AA/ts (2010)
Aluminum - RNA: Secondary Aluminum Ingot AA/ts (2010)
Brass - GLO: Zinc mix ts (2012)
Brass - GLO: Copper (99.99% cathode) ICA (2013)
Brass - EU-28: Brass (CuZn20) ts (2017)
Copper - DE: Recycling potential copper sheet ts (2016)
Steel - GLO: Value of scrap worldsteel (2014)
Zinc - GLO: Special high grade zinc IZA (2012)

Wood End-of-Life

Scope:

End of Life waste treatment methods and rates for wood are based on the 2014 Municipal Solid Waste and Construction Demolition Wood Waste Generation and Recovery in the United States report by Dovetail Partners, Inc. It is assumed that 65.5% of wood is sent to landfill, 17.5% to incineration, and 17.5% to recovery.

LCI Source:

US: Untreated wood in waste incineration plant ts (2017)
US: Wood product (OSB, particle board) waste in waste incineration plant ts (2017)
US: Wood products (OSB, particle board) on landfill, post-consumer ts (2017)
US: Untreated wood on landfill, post-consumer ts (2017)
RNA: Softwood lumber CORRIM (2011)

LCI Data

MODEL ELEMENTS

Revit Categories

- Ceilings
- Curtainwall Mullions
- Curtainwall Panels
- Doors
- Floors
- Roofs
- Stairs and Railings
- Structure
- Walls
- Windows

ARCH

- Worksets
 - N/A
- Phases
 - Existing
 - New Construction

PRODUCT [A1-A3]

Materials and components are listed in alphabetical order along with a list of all Revit families and Tally entries in which they occur. The masses given here refer to the quantity of each material used over the building's life-cycle, which includes both Product [A1-A3] and Use [B2-B5] stages.

Additional provided data describing scope boundaries for each life cycle stage may be useful for interpretation of the impacts associated with the specific material or component. Each material or component is listed with its service life, or period of time after installation it is expected to meet the service requirements prior to replacement or repair. This value is indicated in parentheses next to the mass of the material associated with the listed Revit family. Values for transportation distance or service life shown with an asterisk (*) indicate user-defined changes to default values. Values for service life shown with a dagger (†) indicate materials identified by the modeler as existing or salvaged.

Adhesive, polychloroprene (neoprene) 29.6 kg

Used in the following Revit families:

Roof Concrete 29.6 kg (20 yrs)

Used in the following Tally entries:

EPDM, roofing membrane

Description:

Generic polychloroprene contact adhesive.

Life Cycle Inventory:

Polychloroprene
Alkylphenolic resin
Magnesium oxide, tin oxide
Solvents (petroleum ether/cycloaliphatic/ketone/ester blends)

Product Scope:

Cradle to gate, plus emissions during application, excludes energy for application

Transportation Distance:

By truck: 840 km

End-of-Life Scope:

27% solids to landfill (plastic waste)

LCI Source:

EU-28: Solvent-based polychloroprene adhesive of good heat resistance (estimation) (2017)

Aluminum extrusion, painted, AEC - EPD 102.1 kg

Used in the following Revit families:

Windows_Sgl_Swept_Head 102.1 kg (60 yrs)

Used in the following Tally entries:

Aluminum mullion, inclusive of finish

Description:

Painted aluminum extrusions (not thermally-improved). Industry-wide EPD from the Aluminum Extruders Council. EPD representative of conditions in North America.

Life Cycle Inventory:

See EPD

Product Scope:

Cradle to gate

Transportation Distance:

By truck: 663 km

End-of-Life Scope:

95% Recovered
5% Landfilled (inert material)

Module D Scope:

Credit given for the avoided burden associated with recovered material

LCI Source:

EPD (US), American Extruders Council (2016)

EPD Source:

[11240237.101.1](#)

EPD Designation Holder:

Aluminum Extruders Council (AEC)

LCI Data (continued)

EPD Program Operator: UL Environment		Brick, generic	117,074.6 kg
EPD Expiration: 04/10/2021		Used in the following Revit families: Exterior Wall Generic - 150mm Masonry	93,071.8 kg (60 yrs) 24,002.9 kg (60 yrs)
Asphalt BUR, ply felt, ARMA - EPD	33.3 kg	Used in the following Tally entries: Brick	
Used in the following Revit families: Roof Concrete	33.3 kg (60 yrs)	Description: Common extruded brick, excludes mortar.	
Used in the following Tally entries: Built up asphalt roofing		Life Cycle Inventory: 100% Fired brick	
Description: Asphalt Built-up roofing (BUR) ply felt. Industry-wide EPD from the Asphalt Roofing Manufacturers Association. EPD representative of conditions in North America.		Product Scope: Cradle to gate excludes mortar anchors, ties, and metal accessories outside of scope (<1% mass)	
Life Cycle Inventory: See EPD		Transportation Distance: By truck: 172 km	
Product Scope: Cradle to gate		End-of-Life Scope: 55% Recycled into coarse aggregate 45% Landfilled (inert material)	
Transportation Distance: By truck: 172 km		Module D Scope: Avoided burden credit for coarse aggregate, includes grinding energy	
End-of-Life Scope: 100% Landfilled (plastic waste)		LCI Source: DE: Stoneware tiles, unglazed (EN15804 A1-A3) ts (2017)	
LCI Source: RNA: Styrene-butadiene-stryene (SBS)-modified bitumen (asphalt) roofing cap sheet - ARMA (A1-A3) (2012)		Cement grout, TCNA - EPD	86.8 kg
EPD Source: 4787168709.103.1		Used in the following Revit families: Ceramic Tile	86.8 kg (60 yrs)
EPD Designation Holder: Asphalt Roofing Manufacturers Association (ARMA)		Used in the following Tally entries: Ceramic tile	
EPD Program Operator: UL Environment		Description: Cement grout for tile installation, EPD representative of conditions in North America. Industry-wide EPD from the Tile Council of North America.	
EPD Expiration: 28/10/2021		Life Cycle Inventory: See EPD	
Asphalt felt sheet, roofing underlayment, ARMA - EPD	56.6 kg	Product Scope: Cradle to gate	
Used in the following Revit families: Roof Concrete	56.6 kg (60 yrs)	Transportation Distance: By truck: 500 km	
Used in the following Tally entries: Asphalt felt sheet		End-of-Life Scope: 100% Landfilled	
Description: Asphalt felt sheet, exclusive of spray adhesive for roofing and wall application. Type II felt, also called No. 30 asphalt felt, is the minimum accepted by the IBC and IRC for underlayment and interlayment. Data based on industry-wide EPD from the Asphalt Roofing Manufacturers Association.		LCI Source: EPD (US), Tile Council of North America (2016)	
Life Cycle Inventory: See EPD		EPD Source: 4787109018.101.1	
Product Scope: Cradle to gate		EPD Designation Holder: Tile Council of North America (TCNA)	
Transportation Distance: By truck: 172 km		EPD Program Operator: UL Environment	
End-of-Life Scope: 5% Recycled into bitumen 95% Landfilled (inert waste)		EPD Expiration: 30/09/2021	
Module D Scope: Avoided burden credit for recycling into bitumen, includes grinding energy		Cork tile	3,760.8 kg
LCI Source: RNA: Underlayment, asphalt shingle roofing system component - ARMA (A1-A3) ts (2012)		Used in the following Revit families: Ceiling	3,760.8 kg (25 yrs)
EPD Source: 4787168709.101.1		Used in the following Tally entries: Wall covering, cork	
EPD Designation Holder: Asphalt Roofing Manufacturers Association (ARMA)		Description: Cork tile. Entry does not include backing (if any), coating (if any), or adhesive. Reference unit is 3/16" thick cork flooring tile.	
EPD Program Operator: UL Environment		Life Cycle Inventory: 100% Cork tile	
EPD Expiration: 28/10/2021		Product Scope: Cradle to gate	
		Transportation Distance: By container ship: 6437 km By truck: 2414 km	
		End-of-Life Scope: 100% Landfilled (biodegradable material)	

LCI Data (continued)

LCI Source: DE: Corkboard, 1m ² , 8 mm (EN15804 A1-A3) ts (2017)		End-of-Life Scope: 100% Landfilled (plastic waste)	
Door frame, wood, no door	262.0 kg	LCI Source: US: EPS-Foam (expanded polystyrene foam (PS 12)) incl. flame retardant (estimation) ts (2017)	
Used in the following Revit families: Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_3 Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_4 Doors_IntDbI_7 M_Single-Flush	15.7 kg (30 yrs) 15.7 kg (30 yrs) 62.7 kg (30 yrs) 167.9 kg (30 yrs)	Fasteners, galvanized steel	4.5 kg
Used in the following Tally entries: Door frame, wood		Used in the following Revit families: Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_3 Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_4 Doors_IntDbI_7 M_Single-Flush	0.3 kg (40 yrs) 0.3 kg (40 yrs) 1.1 kg (40 yrs) 2.9 kg (40 yrs)
Description: Wood door frame		Used in the following Tally entries: Door frame, wood	
Life Cycle Inventory: 94% Pine 6% Paint		Description: Galvanized steel part, appropriate for use as fasteners and specialized hardware (bolts, rails, clips, etc.).	
Product Scope: Cradle to gate, excludes hardware, jamb, casing, sealant		Life Cycle Inventory: 100% Galvanized steel	
Transportation Distance: By truck: 496 km		Product Scope: Cradle to gate	
End-of-Life Scope: 14.5% recovered 22% incinerated with energy recovery 63.5% landfilled (wood product waste)		Transportation Distance: By truck: 1001 km	
Module D Scope: Recovered wood products credited as avoided burden.		End-of-Life Scope: 70% Recovered 30% Landfilled (inert material)	
LCI Source: DE: Wooden frame (EN15804 A1-A3) ts (2017)		Module D Scope: Product has 16% scrap input while remainder is processed and credited as avoided burden	
EPDM, reinforced membrane, 60 mils, SPRI - EPD	416.2 kg	LCI Source: GLO: Steel wire rod worldsteel (2014) GLO: Steel turning ts (2017) GLO: Electrolytic galvanisation (1 m ² steel sheet part, electrolytic) ts (2017) GLO: Value of scrap worldsteel (2014)	
Used in the following Revit families: Roof Concrete	416.2 kg (40 yrs)	Fasteners, stainless steel	6.5 kg
Used in the following Tally entries: EPDM, roofing membrane		Used in the following Revit families: Roof Concrete	6.5 kg (60 yrs)
Description: Reinforced ethylene propylene diene terpolymer (EPDM) synthetic rubber roofing membrane, default thickness of 60 mils (1.5 mm). Industry-wide EPD from the Single Ply Roofing Industry.		Used in the following Tally entries: Clay roofing tile	
Life Cycle Inventory: See EPD		Description: Stainless steel part, appropriate for use as fasteners and specialized hardware (bolts, rails, clips, etc.). Data based on industry-wide EPDs for primary and secondary metal from the World Steel Association.	
Product Scope: Cradle to gate		Life Cycle Inventory: 100% Stainless steel	
Transportation Distance: By truck: 172 km		Product Scope: Cradle to gate	
End-of-Life Scope: 100% Landfilled (plastic waste)		Transportation Distance: By truck: 1001 km	
LCI Source: US: Reinforced EPDM single ply roofing membrane, 60 mils, A1-A3 - SPRI ts (2017)		End-of-Life Scope: 98% Recovered 2% Landfilled (inert material)	
EPD Source: 4786842353.101.1		Module D Scope: Product has 58% scrap input while remainder is processed and credited as avoided burden	
EPD Designation Holder: Single Ply Roofing Industry (SPRI)		LCI Source: RER: Stainless steel Quarto plate (304) Eurofer (2010) GLO: Steel turning ts (2017) US: Electricity grid mix ts (2014) RER: Stainless steel flat product (304) - value of scrap Eurofer (2010)	
EPD Program Operator: UL Environment			
EPD Expiration: 23/09/2021			
Expanded polystyrene (EPS), board	197.4 kg		
Used in the following Revit families: Exterior Wall	197.4 kg (60 yrs)	Fiberglass blanket insulation, paper faced	2.0 kg
Used in the following Tally entries: Expanded polystyrene (EPS), board		Used in the following Revit families: Exterior Wall	2.0 kg (60 yrs)
Description: EPS foam insulation board		Used in the following Tally entries: Glass-fiber, blanket	
Life Cycle Inventory: 100% Expanded polystyrene board		Description: Kraft-faced fiberglass batt density varies from 10-14 kg/m ³	
Product Scope: Cradle to gate		Life Cycle Inventory: 99% Fiberglass	
Transportation Distance: By truck: 1299 km			

LCI Data (continued)

1% Kraft paper				
Product Scope: Cradle to gate				Life Cycle Inventory: 12% Cement 5% Glass fibers 39% Gravel 38% Sand 7% Water
Transportation Distance: By truck: 172 km				Product Scope: Cradle to gate, excludes mortar Anchors, ties, and metal accessories outside of scope (<1% mass)
End-of-Life Scope: 100% Landfilled (10% biodegradable waste, 90% inert waste)				Transportation Distance: By truck: 24 km
LCI Source: US: Fiberglass Kraft Faced NAIMA (2007)				End-of-Life Scope: 55% Recycled into coarse aggregate 45% Landfilled (inert material)
Floor and wall adhesive, latex		49.5 kg		Module D Scope: Avoided burden credit for coarse aggregate, includes grinding energy
Used in the following Revit families: Ceiling Exterior Wall		12.5 kg (20 yrs) 37.0 kg (20 yrs)		LCI Source: US: Portland cement PCA/ts (2014) DE: Gravel (Grain size 2/32) (EN15804 A1-A3) ts (2017) US: Tap water from groundwater ts (2017) US: Silica sand (Excavation and processing) ts (2017) US: Glass fibres ts (2017)
Used in the following Tally entries: Wall covering, cork Wall covering, rigid sheet wall protection Wall covering, textile				
Description: Latex adhesive, for use with cork, rubber, or wood flooring and wall coverings.				
Life Cycle Inventory: 60% Calcium carbonate 10% Petroleum carbonate oil 7% Magnesite 1.5% Ethylene glycol 21.5% Water 1.6% NMVOC emissions				Glazing, double, 3 mm, laminated safety glass
Product Scope: Cradle to gate, plus emissions during application				Used in the following Revit families: 900mm Pipe
Transportation Distance: By truck: 840 km				Used in the following Tally entries: Post or guard rail, laminated glass
End-of-Life Scope: 76.9% solids to landfill (inert waste)				Description: Laminated glass, 2 lites 3 mm thick, inclusive of polyvinyl butyral. Note: this entry is appropriate for clear or tinted glass.
LCI Source: US: Limestone flour (5mm) ts (2017) US: Lubricants at refinery ts (2014) EU-27: Magnesium carbonate (MgCO ₃ , fine, washed for fillers) ts (2017) US: Ethylene glycol (from ethene and oxygen via EO) ts (2017) US: Tap water from groundwater ts (2017) US: Electricity grid mix ts (2014)				Life Cycle Inventory: 3% PVB film (30% adipic acid) 70% PVB) 97% Glass
Foil facing		38.8 kg		Product Scope: Cradle to gate, excluding sealant
Used in the following Revit families: Exterior Wall Generic - 150mm Masonry		17.5 kg (60 yrs) 21.3 kg (60 yrs)		Transportation Distance: By truck: 940 km
Used in the following Tally entries: Glass-fiber, blanket Wall board, gypsum				End-of-Life Scope: 100% Landfilled (inert waste)
Description: Aluminum foil facing to be linked with appropriate envelope products. Entry based on 7 micron foil.				LCI Source: DE: Window glass simple (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Adipic acid from cyclohexane ts (2017) DE: Polyvinyl Butyral Granulate (PVB) ts (2017) GLO: Plastic film (PE, PP, PVC) ts (2017) US: Electricity grid mix ts (2014) US: Thermal energy from natural gas ts (2014) US: Lubricants at refinery ts (2014)
Life Cycle Inventory: 100% Aluminum foil				Glazing, triple, insulated (air)
Product Scope: Cradle to gate				Used in the following Revit families: Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_3 Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_4 Doors_IntDbI_7 Windows_DbI_w-Glazing_Bars_and_Vent Windows_Sgl_Swept_Head
Transportation Distance: N/A				Used in the following Tally entries: Glazing, triple pane IGU
End-of-Life Scope: 100% Landfilled (inert waste)				Description: Glazing, triple, insulated (air filled), 1/8" (4 mm) float glass clear, inclusive of sealant, and spacers
LCI Source: EU-28: Aluminum foil ts (2017)				Life Cycle Inventory: Triple-pane glass IGU (Air filled, with spacer and sealant)
GFRC		5,879.1 kg		Product Scope: Cradle to gate
Used in the following Revit families: Roof Concrete		5,879.1 kg (60 yrs)		Transportation Distance: By truck: 940 km
Used in the following Tally entries: Precast concrete structural panel, glass fiber-reinforced concrete				End-of-Life Scope: 100% Landfilled (inert waste)
Description: Glass fiber reinforced concrete (GFRC), applied manually. Appropriate for exterior facade panels and precast elements.				LCI Source: DE: Insulation glass compound (3 panes) ts (2017), modified to exclude coating and argon

LCI Data (continued)

<p>Hardware, aluminum</p> <p>Used in the following Revit families: Doors_ExtDbL_w-Glazing_Bars_3 Doors_ExtDbL_w-Glazing_Bars_4 Doors_IntDbL_7</p> <p>Used in the following Tally entries: Door, exterior, steel</p> <p>Description: Milled aluminum applicable for door, window or other accessory hardware. Data based on industry-wide EPDs for primary (EPD ID 4786092064.104.1) and secondary ingot (EPD ID 4786092064.105.1) from the Aluminum Association.</p> <p>Life Cycle Inventory: 50% Primary aluminum 50% Secondary aluminum</p> <p>Product Scope: Cradle to gate</p> <p>Transportation Distance: By truck: 1001 km</p> <p>End-of-Life Scope: 95% Recovered 5% Landfilled (inert material)</p> <p>Module D Scope: Product has 100% scrap input, burden reflects difference between recovered material and scrap input</p> <p>LCI Source: RNA: Secondary Aluminum Ingot AA/ts (2010) [EPD] DE: Aluminium cast machining ts (2017) DE: Aluminium die-cast part ts (2017) RNA: Primary Aluminium Ingot AA/ts (2010) [EPD] US: Electricity grid mix ts (2014) US: Thermal energy from natural gas ts (2014)</p>	<p>15.3 kg</p> <p>3.8 kg (60 yrs) 3.8 kg (60 yrs) 7.6 kg (60 yrs)</p>	<p>Product Scope: Cradle to gate, excludes adhesives, backings, or any additional coatings</p> <p>Transportation Distance: By truck: 641 km</p> <p>End-of-Life Scope: 100% Landfilled (biodegradable material)</p> <p>Module D Scope: Accounts for recovered energy from landfill gas utilization</p> <p>LCI Source: EU-28: Kraft paper agg (2017)</p>
<p>Hollow door, exterior, steel, galvanized</p> <p>Used in the following Revit families: Doors_ExtDbL_w-Glazing_Bars_3 Doors_ExtDbL_w-Glazing_Bars_4 Doors_IntDbL_7</p> <p>Used in the following Tally entries: Door, exterior, steel</p> <p>Description: Hollow door, exterior, steel, 18 ga. inclusive of EPS insulation, no frame</p> <p>Life Cycle Inventory: 5% Extruded polystyrene 95% Galvanized steel</p> <p>Product Scope: Cradle to gate, excludes assembly, frame, hardware, and adhesives</p> <p>Transportation Distance: By truck: 568 km</p> <p>End-of-Life Scope: 70% Steel recovered 30% Steel landfilled (inert material) 100% Core landfilled (biodegradable material)</p> <p>Module D Scope: Product has 44% scrap input while remainder is processed and credited as avoided burden.</p> <p>LCI Source: DE: Expanded Polystyrene (PS 25) (EN15804 A1-A3) ts (2017) GLO: Steel sheet stamping and bending (5% loss) ts (2017) GLO: Value of scrap worldsteel (2014) US: Electricity grid mix ts (2014) US: Lubricants at refinery ts (2014) GLO: Compressed air 7 bar (medium power consumption) ts (2014) RNA: Steel hot dip galvanized worldsteel (2007)</p>	<p>649.2 kg</p> <p>162.3 kg (30 yrs) 162.3 kg (30 yrs) 324.6 kg (30 yrs)</p>	<p>Product Scope: Cradle to gate, excludes mortar Anchors, ties, and metal accessories outside of scope (<1% mass)</p> <p>Transportation Distance: By truck: 24 km</p> <p>End-of-Life Scope: 55% Recycled into coarse aggregate 45% Landfilled (inert material)</p> <p>Module D Scope: Avoided burden credit for coarse aggregate, includes grinding energy</p> <p>LCI Source: US: Portland cement PCA/ts (2014) DE: Pumice gravel (grain size 4/16) (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Gravel (Grain size 2/32) (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Fly ash (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Slag-tap granulate (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Expanded clay (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Calcium nitrate ts (2017) DE: Sodium ligninsulfonate ts (2017) DE: Sodium naphthalene sulfonate [estimated] ts (2017) US: Sodium hydroxide (caustic soda) mix (100%) ts (2017) US: Colophony (rosin, refined) from CN pine gum rosin ts (2017) US: Tap water from groundwater ts (2017) US: Electricity grid mix ts (2014) US: Natural gas mix ts (2014) US: Diesel mix at filling station (100% fossil) ts (2014) US: Liquefied Petroleum Gas (LPG) (70% propane 30% butane) ts (2014) US: Light fuel oil at refinery ts (2014)</p>
<p>Kraft paper</p> <p>Used in the following Revit families: Exterior Wall</p> <p>Used in the following Tally entries: Wall covering, textile</p> <p>Description: Water vapor permeable paper backing</p> <p>Life Cycle Inventory: 100% Kraft paper</p>	<p>87.0 kg</p> <p>87.0 kg (20 yrs)</p>	<p>Lime mortar (Mortar type K)</p> <p>Used in the following Revit families: Exterior Wall Generic - 150mm Masonry</p> <p>Used in the following Tally entries: Brick</p> <p>Description: Lime mortar, traditionally used for historic masonry.</p> <p>Life Cycle Inventory: 20-65% Sand 40-70% Limestone 5-15% Hydrated lime 7-15% Cement</p> <p>Product Scope: Cradle to gate</p> <p>Transportation Distance: By truck: 172 km</p>

LCI Data (continued)

End-of-Life Scope: 55% Recycled into coarse aggregate 45% Landfilled (inert material)		EPD Expiration: 07/03/2021	
Module D Scope: Avoided burden credit for coarse aggregate, includes grinding energy		Oriented strandboard (OSB), AWC - EPD	664.7 kg
LCI Source: DE: Light plaster (lime-cement) ts (2017)		Used in the following Revit families: OSB	664.7 kg (50 yrs)
Metal lath, for plaster	967.4 kg	Used in the following Tally entries: Oriented strandboard (OSB)	
Used in the following Revit families: Exterior Wall Floor Ground	863.5 kg (60 yrs) 104.0 kg (60 yrs)	Description: Generic Oriented Strand Board (OSB or Flakeboard), engineered wood sheet product using wood strands bonded together with resin, pressed into sheets. Industry-wide EPD from the American Wood Council.	
Used in the following Tally entries: Portland cement stucco		Life Cycle Inventory: See EPD	
Description: Hot dip galvanized steel lath used as reinforcement of interior or exterior plaster (stucco).		Product Scope: Cradle to gate, uncoated	
Life Cycle Inventory: 100% Steel, hot dip galvanized		Transportation Distance: By truck: 468 km	
Product Scope: Cradle to gate of panel only, excludes suspended grid system and installation hardware		End-of-Life Scope: 14.5% Recovered 22% Incinerated with energy recovery 63.5% Landfilled (wood product waste)	
Transportation Distance: By truck: 431 km		Module D Scope: Recovered wood products credited as avoided burden.	
End-of-Life Scope: 98% Recovered 2% Landfilled (inert material)		LCI Source: RNA: Oriented strand board (OSB) CORRIM (2011)	
Module D Scope: Product has 5% scrap input while remainder is processed and credited as avoided burden		EPD Source: 13CA24184.101.1	
LCI Source: GLO: Steel ElectroGalvanized worldsteel (2014) GLO: Steel sheet stamping and bending (5% loss) ts (2017) US: Electricity grid mix ts (2014) US: Lubricants at refinery ts (2014) GLO: Compressed air 7 bar (medium power consumption) ts (2014) GLO: Value of scrap worldsteel (2014) GLO: Punching steel sheet small part ts (2011)		EPD Designation Holder: American Wood Council and Canadian Wood Council	
Mineral wool, Knauf, DDP-RT - EPD	534.5 kg	EPD Program Operator: UL Environment	
Used in the following Revit families: Exterior Wall	534.5 kg (60 yrs)	EPD Expiration: 16/04/2019	
Used in the following Tally entries: Mineral wool, board, generic		Overhead door closer, aluminum	36.6 kg
Description: Compact rock mineral wool DDP-RT slab by Knauf Insulation, made of the mineral fibre bound with the synthetic binding agent and enhanced water repellent agent application across the entire cross-section. Appropriate for the thermal, acoustic and fire insulation of flat, load-free roofs. The product is incombustible, resistant to high temperatures, water-repellent, resistant to aging and chemically neutral. U = 0.036-0.039 (W/mK). EPD representative of German (DE) conditions.		Used in the following Revit families: Doors_ExtDbL_w-Glazing_Bars_3 Doors_ExtDbL_w-Glazing_Bars_4 Doors_IntDbL_7	9.2 kg (30 yrs) 9.2 kg (30 yrs) 18.3 kg (30 yrs)
Life Cycle Inventory: See EPD		Used in the following Tally entries: Door, exterior, steel	
Product Scope: Cradle to gate		Description: Aluminum overhead door closer. Data based on product-specific EPD from FV S+B.	
Transportation Distance: By truck: 172 km		Life Cycle Inventory: See EPD	
End-of-Life Scope: 100% Landfilled (inert waste)		Product Scope: Cradle to gate	
Module D Scope: Energy recovery from packaging disposal		Transportation Distance: By truck: 1001 km	
LCI Source: DE: Rock mineral wool, DDP-RT - Knauf Insulation (A1-A3) ts-EPD (2011) DE: Rock mineral wool, DDP-RT - Knauf Insulation (C4) ts-EPD (2011) DE: Rock mineral wool, DDP-RT - Knauf Insulation (D from C4) ts-EPD (2011)		End-of-Life Scope: 95% Recovered 5% Landfilled (inert material)	
EPD Source: BREG EN EPD No. 000097		Module D Scope: Product has 0% scrap input, burden reflects difference between recovered material and scrap input	
EPD Designation Holder: Knauf Insulation		LCI Source: DE: Overhead door closer aluminum - FV S+B PE-EPD (2009) RNA: Secondary Aluminum Ingot AA/ts (2010) RNA: Primary Aluminium Ingot AA/ts (2010)	
EPD Program Operator: Institut Bauen und Umwelt (IBU)		EPD Source: EPD-ARG-20160183-IBG1-EN	
		EPD Designation Holder: European Federation of Associations of Lock and Builders Hardware Manufacturers (ARGE)	
		EPD Program Operator: Institut Bauen und Umwelt (IBU)	
		EPD Expiration: 13/09/2021	

LCI Data (continued)

Porcelain ceramic tile, glazed	2,485.2 kg	Life Cycle Inventory:	
Used in the following Revit families:		Sand (0.06 kg/m ² glass)	
Ceramic Tile	2,485.2 kg (60 yrs)	Product Scope:	
Used in the following Tally entries:		Cradle to gate	
Ceramic tile		Transportation Distance:	
Description:		N/A	
Porcelain ceramic tile, glazed		End-of-Life Scope:	
Life Cycle Inventory:		100% Landfilled (inert waste)	
100% Ceramic tile, glazed		LCI Source:	
Product Scope:		US: Silica sand (Excavation and processing) ts (2017)	
Cradle to gate		GLO: Blasting (steel part) ts (2017)	
Transportation Distance:		US: Electricity grid mix ts (2014)	
By truck: 1250 km			
End-of-Life Scope:		SBS modified bitumen, cap sheet, ARMA - EPD	1,259.4 kg
55% Recycled into coarse aggregate		Used in the following Revit families:	
45% Landfilled (inert material)		Exterior Wall	925.1 kg (60 yrs)
Module D Scope:		Floor Ground	334.2 kg (60 yrs)
Avoided burden credit for coarse aggregate, includes grinding energy		Used in the following Tally entries:	
LCI Source:		Self-adhering sheet waterproofing, modified bituminous sheet	
DE: Stoneware tiles, glazed (EN15804 A1-A3) ts (2017)		Description:	
		Styrene-butadiene-styrene (SBS)-modified bituminous cap sheet. Industry-wide EPD from the Asphalt Roofing Manufacturers Association. EPD representative of conditions in North America.	
Roofing adhesive, hot asphalt	60.6 kg	Life Cycle Inventory:	
Used in the following Revit families:		See EPD	
Roof Concrete	60.6 kg (60 yrs)	Product Scope:	
Used in the following Tally entries:		Cradle to gate	
Built up asphalt roofing		Transportation Distance:	
Description:		By truck: 172 km	
Asphalt heated in a kettle on site for use as roofing adhesive.		End-of-Life Scope:	
Life Cycle Inventory:		100% Landfilled (plastic waste)	
100% Asphalt roofing adhesive		LCI Source:	
Product Scope:		RNA: Atactic-polypropylene (APP)-modified bitumen (asphalt) roofing cap sheet - ARMA (A1-A3) (2012)	
Cradle to gate, plus energy required for heating and emissions during installation		EPD Source:	
Transportation Distance:		4787168709.105.1	
By truck: 840 km		EPD Designation Holder:	
End-of-Life Scope:		Asphalt Roofing Manufacturers Association (ARMA)	
100% landfilled (inert)		EPD Program Operator:	
LCI Source:		UL Environment	
US: Bitumen ts (2015)		EPD Expiration:	
		28/10/2021	
Roofing tiles, clay	5,918.6 kg	Spandrel, glass, insulated (2" core)	1,944.4 kg
Used in the following Revit families:		Used in the following Revit families:	
Roof Concrete	5,918.6 kg (60 yrs)	Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_3	199.7 kg (30 yrs)
Used in the following Tally entries:		Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_4	199.7 kg (30 yrs)
Clay roofing tile		Doors_IntDbI_7	399.5 kg (30 yrs)
Description:		M_Single-Flush	1,145.4 kg (30 yrs)
Unglazed, low profile or flat extruded clay tile. Tile manufacturing inclusive of kiln firing and colorant. Self adhering asphalt felt underlay not included in entry.		Used in the following Tally entries:	
Life Cycle Inventory:		Spandrel, glass, insulated	
100% Stoneware tile		Description:	
Product Scope:		Insulated glass spandrel panel of 1/8" thick plate glass, 2" air gap, and 2" high density fiberglass insulation with 24 guage steel backing	
Cradle to gate		Life Cycle Inventory:	
Transportation Distance:		19% Fiberglass	
By truck: 1249 km		63% Glass	
End-of-Life Scope:		18% Steel	
55% recycled into coarse aggregate		Product Scope:	
45% landfilled (inert material)		Cradle to gate	
Module D Scope:		Excludes sealant, assembly, and any substrates	
Avoided burden credit for coarse aggregate, includes grinding energy		Transportation Distance:	
LCI Source:		By truck: 940 km	
DE: Stoneware tiles, unglazed (EN15804 A1-A3) ts (2017)		End-of-Life Scope:	
		70% Steel recovered (product has 7.14% scrap input while remainder is processed and credited as avoided burden)	
Sand blasting (for glazing)	0.6 kg	30% Steel landfilled (inert material)	
Used in the following Revit families:		100% Insulation and core landfilled (inert material)	
900mm Pipe	0.6 kg (40 yrs)	Module D Scope:	
Used in the following Tally entries:		Product has 3.1% steel scrap input while remainder is processed and credited as avoided burden	
Post or guard rail, laminated glass			
Description:			
Sand-blasting treatment for glazing			

LCI Data (continued)

<p>LCI Source: GLO: Steel sheet stamping and bending (5% loss) ts (2017) RNA: Steel finished cold rolled coil worldsteel (2011) GLO: Value of scrap worldsteel (2014) US: Electricity grid mix ts (2014) US: Lubricants at refinery ts (2014) GLO: Compressed air 7 bar (medium power consumption) ts (2014) DE: Window glass simple (EN15804 A1-A3) ts (2017) US: Fiberglass Duct Board NAIMA (2007)</p>	<p>Steel, reinforcing rod 463.2 kg</p> <p>Used in the following Revit families: 180mm max riser 275mm tread 100.2 kg (60 yrs) Floor Ground 363.0 kg (60 yrs)</p> <p>Used in the following Tally entries: Cast-in-place concrete, lightweight structural concrete, 3001-4000 psi Stair, cast-in-place concrete</p> <p>Description: Common unfinished tempered steel rod suitable for structural reinforcement (rebar)</p> <p>Life Cycle Inventory: 100% Steel rebar</p> <p>Product Scope: Cradle to gate</p> <p>Transportation Distance: By truck: 431 km</p> <p>End-of-Life Scope: 70% Recovered 30% Landfilled (inert material)</p> <p>Module D Scope: Product has a 16.4% scrap input while remainder is processed and credited as avoided burden.</p> <p>LCI Source: GLO: Steel rebar worldsteel (2014)</p>
<p>Stainless steel door hinge 38.3 kg</p> <p>Used in the following Revit families: Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_3 9.6 kg (30 yrs) Doors_ExtDbI_w-Glazing_Bars_4 9.6 kg (30 yrs) Doors_IntDbI_7 19.1 kg (30 yrs)</p> <p>Used in the following Tally entries: Door, exterior, steel</p> <p>Description: Stainless steel and aluminum door and window hinge. Data based on product-specific EPD from FSB.</p> <p>Life Cycle Inventory: See EPD</p> <p>Product Scope: Cradle to gate</p> <p>Transportation Distance: By truck: 1001 km</p> <p>End-of-Life Scope: 98% Recovered 2% Landfilled (inert material)</p> <p>Module D Scope: Product has a 0% scrap input while remainder is processed and credited as avoided burden.</p> <p>LCI Source: DE: Door and window hinge - FV S+B PE-EPD (2009) RER: Stainless steel flat product (304) - value of scrap Eurofer (2010)</p> <p>EPD Source: EPD-FSB-2010111-D</p> <p>EPD Designation Holder: Franz Schneider Brakel GmbH (FSB) EPD Program Operator: Institut Bauen und Umwelt (IBU)</p> <p>EPD Expiration: 14/01/2016</p>	<p>Steel, sheet 7,970.3 kg</p> <p>Used in the following Revit families: Roof Concrete 7,970.3 kg (45 yrs)</p> <p>Used in the following Tally entries: Precast concrete structural panel, glass fiber-reinforced concrete</p> <p>Description: Steel sheet</p> <p>Life Cycle Inventory: 100% Steel sheet</p> <p>Product Scope: Cradle to gate</p> <p>Transportation Distance: By truck: 418 km</p> <p>End-of-Life Scope: 98% Recovered 2% Landfilled (inert material)</p> <p>Module D Scope: Product has 16% scrap input while remainder is processed and credited as avoided burden</p> <p>LCI Source: RNA: Steel finished cold rolled coil worldsteel (2007) GLO: Steel sheet stamping and bending (5% loss) ts (2017) US: Electricity grid mix ts (2014) US: Lubricants at refinery ts (2014) GLO: Compressed air 7 bar (medium power consumption) ts (2014) GLO: Value of scrap worldsteel (2014)</p>
<p>Steel tilt-turn window fitting 37.8 kg</p> <p>Used in the following Revit families: Windows_Dbl_w-Glazing_Bars_and_Vent 13.1 kg (30 yrs) Windows_Sgl_Swept_Head 24.7 kg (30 yrs)</p> <p>Used in the following Tally entries: Window frame, wood</p> <p>Description: Galvanized steel window fittings for wood and PVC windows. Data based on product-specific EPD from FSB.</p> <p>Life Cycle Inventory: Galvanized steel</p> <p>Product Scope: Cradle to gate</p> <p>Transportation Distance: By truck: 1001 km</p> <p>End-of-Life Scope: 98% Recovered 2% Landfilled (inert material)</p> <p>Module D Scope: Avoided burden credit for recovered steel</p> <p>LCI Source: DE: Steel window combination (tilt-turn) (EN 15804 A1-A3) ts (2017) GLO: Value of scrap worldsteel (2014)</p>	<p>Structural concrete, 2501-3000 psi, 0-19% fly ash and/or slag 18,131.3 kg</p> <p>Used in the following Revit families: Floor Ground 18,131.3 kg (30 yrs)</p> <p>Used in the following Tally entries: Precast concrete paver</p> <p>Description: Structural concrete, 2501-3000 psi, 0-19% fly ash and/or slag. Mix design matches National Ready-Mix Concrete Association (NRMCA) Industry-wide EPD.</p> <p>Life Cycle Inventory: 13% Cement 7% Batch water 44% Coarse aggregate 36% Fine aggregate</p> <p>Product Scope: Cradle to gate, excludes mortar Anchors, ties, and metal accessories outside of scope (<1% mass)</p> <p>Transportation Distance: By truck: 24 km</p> <p>End-of-Life Scope: 55% Recycled into coarse aggregate</p>

LCI Data (continued)

<p>45% Landfilled (inert material)</p> <p>Module D Scope: Avoided burden credit for coarse aggregate, includes grinding energy</p> <p>LCI Source: US: Portland cement PCA/ts (2014) DE: Pumice gravel (grain size 4/16) (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Gravel (Grain size 2/32) (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Fly ash (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Slag-tap granulate (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Expanded clay (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Calcium nitrate ts (2017) DE: Sodium ligninsulfonate ts (2017) DE: Sodium naphthalene sulfonate [estimated] ts (2017) US: Sodium hydroxide (caustic soda) mix (100%) ts (2017) US: Colophony (rosin, refined) from CN pine gum rosin ts (2017) US: Tap water from groundwater ts (2017) US: Electricity grid mix ts (2014) US: Natural gas mix ts (2014) US: Diesel mix at filling station (100% fossil) ts (2014) US: Liquefied Petroleum Gas (LPG) (70% propane 30% butane) ts (2014) US: Light fuel oil at refinery ts (2014)</p>	<p>Life Cycle Inventory: 100% Light plaster (Silica sand, Portland cement, Calcinated lime)</p> <p>Product Scope: Cradle to gate</p> <p>Transportation Distance: By truck: 172 km</p> <p>End-of-Life Scope: 100% Landfilled (inert waste)</p> <p>LCI Source: US: Silica sand (Excavation and processing) ts (2017) US: Portland cement PCA/ts (2015) US: Lime (CaO) calcination ts (2017)</p>		
<p>Structural concrete, 4001-5000 psi, 30-39% slag</p> <p>Used in the following Revit families: 180mm max riser 275mm tread</p> <p>Used in the following Tally entries: Stair, cast-in-place concrete</p> <p>Description: Structural concrete, 4001-5000 psi, 30-39% slag. Mix design matches National Ready-Mix Concrete Association (NRMCA) Industry-wide EPD.</p> <p>Life Cycle Inventory: 14% Cement 6% Slag 7% Batch water 40% Coarse aggregate 33% Fine aggregate</p> <p>Product Scope: Cradle to gate, excludes mortar Anchors, ties, and metal accessories outside of scope (<1% mass)</p> <p>Transportation Distance: By truck: 24 km</p> <p>End-of-Life Scope: 55% Recycled into coarse aggregate 45% Landfilled (inert material)</p> <p>Module D Scope: Avoided burden credit for coarse aggregate, includes grinding energy</p> <p>LCI Source: US: Portland cement PCA/ts (2014) DE: Pumice gravel (grain size 4/16) (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Gravel (Grain size 2/32) (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Fly ash (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Slag-tap granulate (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Expanded clay (EN15804 A1-A3) ts (2017) DE: Calcium nitrate ts (2017) DE: Sodium ligninsulfonate ts (2017) DE: Sodium naphthalene sulfonate [estimated] ts (2017) US: Sodium hydroxide (caustic soda) mix (100%) ts (2017) US: Colophony (rosin, refined) from CN pine gum rosin ts (2017) US: Tap water from groundwater ts (2017) US: Electricity grid mix ts (2014) US: Natural gas mix ts (2014) US: Diesel mix at filling station (100% fossil) ts (2014) US: Liquefied Petroleum Gas (LPG) (70% propane 30% butane) ts (2014) US: Light fuel oil at refinery ts (2014)</p>	<p>3,130.2 kg</p> <p>180mm max riser 275mm tread 3,130.2 kg (60 yrs)</p>	<p>Stucco, synthetic</p> <p>Used in the following Revit families: Floor Ground</p> <p>Used in the following Tally entries: Portland cement stucco</p> <p>Description: Acrylic latex stucco layer, typically applied over a PVC lath. Base stucco layer with a default thickness of 3/8" (9.5 mm).</p> <p>Life Cycle Inventory: 90% Acrylic resin 10% Quartz sand 2.2% NMVOC emissions during application</p> <p>Product Scope: Cradle to gate, including emissions during application</p> <p>Transportation Distance: By truck: 642 km</p> <p>End-of-Life Scope: 97.8% Solids landfilled (plastic waste)</p> <p>LCI Source: DE: Acrylate resin (solvent systems) PE (2015) US: Silica sand (excavation and processing) ts (2017)</p>	<p>101.0 kg</p> <p>101.0 kg (30 yrs)</p>
<p>Stucco, portland cement</p> <p>Used in the following Revit families: Exterior Wall Floor Ground</p> <p>Used in the following Tally entries: Portland cement stucco</p> <p>Description: Portland cement plastering (stucco), 7/8" (22.25 mm) nominal thickness is typical</p>	<p>19,962.3 kg</p> <p>Exterior Wall 17,816.8 kg (60 yrs) Floor Ground 2,145.5 kg (60 yrs)</p>	<p>Thickset mortar</p> <p>Used in the following Revit families: Ceramic Tile Exterior Wall</p> <p>Used in the following Tally entries: Brick Ceramic tile</p> <p>Description: Grout, for masonry</p> <p>Life Cycle Inventory: 15% Cement 50% Sand 21% Gravel 14% Water</p> <p>Product Scope: Cradle to gate, excludes mortar Anchors, ties, and metal accessories outside of scope (<1% mass)</p> <p>Transportation Distance: By truck: 172 km</p> <p>End-of-Life Scope: 55% Recycled into coarse aggregate 45% Landfilled (inert material)</p> <p>Module D Scope: Avoided burden credit for coarse aggregate, includes grinding energy</p> <p>LCI Source: US: Portland cement PCA/ts (2014) US: Tap water from groundwater ts (2017) EU-28: Gravel 2/32 ts (2017) US: Silica sand (Excavation and processing) ts (2017)</p>	<p>14,514.2 kg</p> <p>Ceramic Tile 1,179.9 kg (60 yrs) Exterior Wall 13,334.4 kg (60 yrs)</p>

LCI Data (continued)

<p>Wall board, gypsum, fire-resistant (Type X) 5,474.0 kg</p> <p>Used in the following Revit families: Generic - 150mm Masonry</p> <p>Used in the following Tally entries: Wall board, gypsum</p> <p>Description: Fire-resistant gypsum board</p> <p>Life Cycle Inventory: 100% Fire-resistant gypsum wallboard (Gypsum, Boric acid, Cement, Sodium lignin sulfonate, Glass fibres, Silane, Polyglucose, Perlite, Paper, Casein glue)</p> <p>Product Scope: Cradle to gate</p> <p>Transportation Distance: By truck: 172 km</p> <p>End-of-Life Scope: 100% Landfilled (inert waste)</p> <p>LCI Source: DE: Gypsum plaster board (Fire protection) (EN15804 A1-A3)PE (2017)</p>	<p>5,474.0 kg (30 yrs)</p>	<p>Life Cycle Inventory: 100% Paper</p> <p>Product Scope: Cradle to gate, excludes adhesives, backings, or any additional coatings</p> <p>Transportation Distance: By truck: 1020 km</p> <p>End-of-Life Scope: 100% Landfilled (biodegradable waste)</p> <p>Module D Scope: Includes recovered energy from landfill gas utilization.</p> <p>LCI Source: EU-28: Kraft paper ts (2017)</p>
<p>Wall covering, textile 296.9 kg</p> <p>Used in the following Revit families: Exterior Wall</p> <p>Used in the following Tally entries: Wall covering, textile</p> <p>Description: Textile wall covering exclusive of backing, appropriate adhesive, and any chemical treatments or flame-resistant coatings.</p> <p>Life Cycle Inventory: 100% Nylon fabric</p> <p>Product Scope: Cradle to gate, excludes adhesives, backings, or any additional coatings</p> <p>Transportation Distance: By truck: 1020 km</p> <p>End-of-Life Scope: 100% Landfilled (plastic waste)</p> <p>LCI Source: US: Nylon (PA 6.6) - fabric ts (2017)</p>	<p>296.9 kg (15 yrs)</p>	<p>Window frame, wood, operable 98.2 kg</p> <p>Used in the following Revit families: Windows_Dbl_w-Glazing_Bars_and_Vent Windows_Sgl_Swept_Head</p> <p>Used in the following Tally entries: Window frame, wood</p> <p>Description: Operable wood casement window frame inclusive of paint</p> <p>Life Cycle Inventory: 100% Wood</p> <p>Product Scope: Cradle to gate, excludes hardware, jamb, casing, sealant</p> <p>Transportation Distance: By truck: 496 km</p> <p>End-of-Life Scope: 14.5% Recovered 22% Incinerated with energy recovery 63.5% Landfilled (wood product waste)</p> <p>Module D Scope: Recovered wood products credited as avoided burden.</p> <p>LCI Source: DE: Wooden frame (EN15804 A1-A3) ts (2017)</p>
<p>Wall covering, vinyl 2,590.4 kg</p> <p>Used in the following Revit families: Exterior Wall</p> <p>Used in the following Tally entries: Wall covering, rigid sheet wall protection</p> <p>Description: Vinyl wall covering, exclusive of backing, appropriate adhesive, and any plasticizers, stabilizers, flame retardants, smoke suppressors, and biocides.</p> <p>Life Cycle Inventory: 100% PVC</p> <p>Product Scope: Cradle to gate, excludes adhesives, backings, or any additional coatings</p> <p>Transportation Distance: By truck: 1020 km</p> <p>End-of-Life Scope: 100% Landfilled (plastic waste)</p> <p>LCI Source: US: Polyvinylchloride granulate (Suspension, S-PVC) ts (2017) GLO: Plastic Film (PE, PP, PVC) ts (2017) US: Electricity grid mix ts (2014) US: Thermal energy from natural gas ts (2014) US: Lubricants at refinery ts (2014)</p>	<p>2,590.4 kg (10 yrs)</p>	<p>Wood stain, water based 35.0 kg</p> <p>Used in the following Revit families: Doors_ExtDbL_w-Glazing_Bars_3 Doors_ExtDbL_w-Glazing_Bars_4 Doors_IntDbL_7 OSB</p> <p>Used in the following Tally entries: Door frame, wood Oriented strandboard (OSB)</p> <p>Description: Semi-transparent stain for interior and exterior wood surfaces</p> <p>Life Cycle Inventory: 60% Water 28% Acrylate resin 7% Acrylate emulsion 5% Dipropylene glycol 1.3% NMVOC emissions</p> <p>Product Scope: Cradle to gate, including emissions during application</p> <p>Transportation Distance: By truck: 642 km</p> <p>End-of-Life Scope: 38.7% solids to landfill (plastic waste)</p> <p>LCI Source: US: Tap water from groundwater ts (2017) US: Acrylate resin (solvent-systems) ts (2017) DE: Acrylate (emulsion) ts (2017) US: Dipropylene glycol by product propylene glycol via PO hydrogenation ts (2017)</p>
<p>Wall covering, wallpaper 734.2 kg</p> <p>Used in the following Revit families: Generic - 150mm Masonry</p> <p>Used in the following Tally entries: Wall board, gypsum</p> <p>Description: Wallpaper exclusive of appropriate adhesive and any chemical treatments or flame-resistant coatings.</p>	<p>734.2 kg (5 yrs)</p>	

ANEXO VI – SBToolPT-H P1

Dimensão Ambiental

P 1

Categoria: C1 - Alterações climáticas e qualidade do ar exterior

Indicador: Impacte ambiental associado ao ciclo de vida dos edifícios

Parâmetro: Valor agregado das categorias de impacte ambiental de ciclo de vida de área útil de pavimento e por ano

Processo de Cálculo Auxiliar

A. Quantificação das categorias de impacte ambiental no edifício em avaliação

Nesta secção apresenta-se o processo de cálculo auxiliar necessário à quantificação dos impactes ambientais de ciclo de vida do edifício que se encontra em avaliação. A quantificação desses impactes efectua-se através do preenchimento das Tabelas 1.2 a 1.27.

A.1. Descrição dos elementos construtivos utilizados e respectiva área

Tabela 1.2: Descrição das soluções construtivas utilizadas e respectiva área

Elemento	Tipo	Descrição	Volume ou Área (m ²)	
Paredes Exteriores	Piso 1	Alçado Noroeste	1-Alvenaria de tijolo maciço 15 cm 2-Alvenaria de tijolo maciço 11 cm 3-Lã de Pedra 2 cm 4-XPS 4 cm 5- Reboco armado 4 cm	27.01
		Alçado Sudoeste	1-Alvenaria de tijolo maciço 15 cm 2-Alvenaria de tijolo maciço 11 cm 3-Lã de Pedra 2 cm 4-XPS 4 cm 5- Reboco armado 4 cm	18.48
		Alçado Sudeste	1-Alvenaria de tijolo maciço 15 cm 2-Alvenaria de tijolo maciço 11 cm 3-Lã de Pedra 2 cm 4-XPS 4 cm 5- Reboco armado 4 cm	25.80
		Alçado Nordeste	1-Alvenaria de tijolo maciço 15 cm 2-Alvenaria de tijolo maciço 11 cm 3-Lã de Pedra 2 cm 4-XPS 4 cm 5- Reboco armado 4 cm	17.88
	Piso 2	Alçado Noroeste	1-Alvenaria de tijolo maciço 15 cm 2-Alvenaria de tijolo maciço 11 cm 3-Lã de Pedra 2 cm 4-XPS 4 cm 5- Reboco armado 4 cm	27.01
		Alçado Sudoeste	1-Alvenaria de tijolo maciço 15 cm 2-Alvenaria de tijolo maciço 11 cm 3-Lã de Pedra 2 cm 4-XPS 4 cm 5- Reboco armado 4 cm	18.48
		Alçado Sudeste	1-Alvenaria de tijolo maciço 15 cm 2-Alvenaria de tijolo maciço 11 cm 3-Lã de Pedra 2 cm 4-XPS 4 cm 5- Reboco armado 4 cm	25.80
		Alçado Nordeste	1-Alvenaria de tijolo maciço 15 cm 2-Alvenaria de tijolo maciço 11 cm 3-Lã de Pedra 2 cm 4-XPS 4 cm 5- Reboco armado 4 cm	17.88

		Revestimentos		
	Piso 1	Cob. Plana	1- Laje maciça com 21 cm 2- Viga Betão 21 cm 3-Camada de assentamento	101.01
	Piso 2	Cob. Incl	1-Vigas de Betão 2- Membrana EPDM 5 cm 3-Barreira de feltro de telhado 4-Asfalto betuminoso 5- Telha	67.94
		Revestimentos	Tecto falso (Cortiça)	139.88
			Mosaico cerâmico	131.37
			Madeira OSB	43.69

B. Quantificação das categorias de impacto ambiental nas soluções de referência (Benchmarks)

Tabela A.2.B: Impactes incorporados nos materiais utilizados na solução de suporte e revestimentos convencionais

B1	Tipo de solução	Área (m ²)	Quantificação das categorias de impacto ambiental (por m ² de cada tipo de solução construtiva)						Quantificação das categorias de impacto ambiental					
			GWP (kgCO ₂)	ODP (kgCFC-11)	AP (kgSO ₂)	POCP (kgC ₂ H ₆)	EP (kgPO ₄)	FFDP (MJ)	GWP (kgCO ₂)	ODP (kgCFC-11)	AP (kgSO ₂)	POCP (kgC ₂ H ₆)	EP (kgPO ₄)	FFDP (MJ)
B1.1	Paredes exteriores *	178.33	5.57E+04	9.24E-05	5.84E-01	2.25E+03	8.77E+00	4.82E+04	9.94E+06	1.65E-02	1.04E+02	4.02E+05	1.56E+03	8.60E+06
B1.2	Coberturas °	168.95	8.04E+03	3.92E-06	1.95E+04	1.24E+03	8.22E+01	1.82E+04	1.36E+06	6.62E-04	3.29E+06	2.10E+05	1.39E+04	3.08E+06
	Coberturas-Revestimentos *	314.94	5.53E+03	6.16E-07	8.73E+00	6.75E+02	9.45E+00	7.40E+04	1.74E+06	1.94E-04	2.75E+03	2.13E+05	2.97E+03	2.33E+07
B2	Impactes totais no ciclo de vida do edifício associado às soluções de suporte e revestimentos convencionais								1.13E+07	1.71E-02	3.29E+06	6.11E+05	1.55E+04	1.17E+07

Tabela A.3.B: Impactes de ciclo de vida correspondentes à melhor prática

B2	Impactes totais no ciclo de vida do edifício associado às soluções de suporte e revestimentos correspondente à melhor prática	2.82E+06	4.29E-03	8.23E+05	1.53E+05	3.86E+03	2.92E+06
----	---	----------	----------	----------	----------	----------	----------

* A solução construtiva de suporte de referência é a parede dupla de alvenaria tijolo furado (11+15cm), com caixa de ar parcialmente preenchida com poliestireno expandido extrudido (4cm) e rebocada de ambos os lados com argamassa de cimento (1,5cm)

• Considera-se que os parâmetros são pintados com duas demãos de tinta plástica

° A solução construtiva de suporte de referência é a laje aligeirada de vigotas pré-esforçadas e blocos cerâmicos de cofragem, com camada de regularização com argamassa de cimento com espessura média de 5cm

* Considera-se que o revestimento da cobertura é constituído por telhas cerâmicas do tipo "Lusa"

C. Normalização e agregação das categorias de impacte ambiental

Com o preenchimento da Tabela 1.37 determina-se o valor normalizado de cada uma das categorias de impacte ambiental. A mesma tabela apresenta ainda o cálculo auxiliar necessário à agregação das diferentes categorias num único indicador (PLCA) que expressa o impacte ambiental da solução em avaliação durante o seu ciclo de vida.

Tabela 1.37: Normalização e avaliação do desempenho ambiental global da solução em avaliação

Categorias de impacte ambientais	Impactes de ciclo de vida (por m ² de área útil de pavimento e ano)				Peso da categoria de impacte ambiental (%) [B]	Valor ponderado = [A]x[B]
	Melhor prática [P*] = (P1.23)	Prática convencional [P*] = (P1.22)	Solução em estudo [P] = (P1.14)	Valor normalizado1 [A]		
GWP (KgCO2)	2.82E+06	1.13E+07	6.23E+06	0.60	40.7	0.244
ODP (kgCFC-11)	4.29E-03	1.71E-02	8.88E-03	0.64	8.4	0.054
AP (KgSO2)	8.23E+05	3.29E+06	1.97E+06	0.54	13.6	0.073
POCP (kg.C2H4)	1.53E+05	6.11E+05	4.15E+05	0.43	10.1	0.043
EP (kg PO4)	3.86E+03	1.55E+04	1.03E+04	0.45	13.6	0.061
FFDP (MJ)	2.92E+06	1.17E+07	1.55E+07	-0.44	13.6	-0.060
$\Sigma =$ Desempenho ambiental da solução ($\overline{P_{LCA}}$)						0.415

Nota:

1) A normalização efectua-se através da seguinte equação:

$$P_i = (P_i - P_{i*}) / (P_i^* - P_{i*}) =$$

0.41

Avaliação

Nível	Condições	Por favor assinale o nível atingido (X)
A ⁺	$\overline{P_{LCA}} > 1,00$	
A	$0,70 < \overline{P_{LCA}} \leq 1,00$	
B	$0,40 < \overline{P_{LCA}} \leq 0,70$	X
C	$0,10 < \overline{P_{LCA}} \leq 0,40$	
D	$0,00 \leq \overline{P_{LCA}} \leq 0,10$	
E	$\overline{P_{LCA}} < 0,00$	