



Proposta de Metodologia Orientada para a Gestão da Informação Digital com Recurso ao BIM

LUIZA MACIEL DE ASSUNÇÃO

Julho de 2022

PROPOSTA DE METODOLOGIA ORIENTADA PARA A GESTÃO DA INFORMAÇÃO DIGITAL COM RECURSO AO BIM

LUIZA MACIEL DE ASSUNÇÃO

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Castro Pinto de Faria

Coorientador: Eng.º Fernando da Costa de Sousa (ISEPBIM)

Supervisor: Eng.º José Manuel Martins Ferreira dos Santos (Garcia, Garcia)

JULHO DE 2022

Eu, Luiza Maciel de Assunção, estudante nº 1200110, do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto, declaro que não fiz plágio nem auto-plágio, pelo que o trabalho intitulado “Proposta de Metodologia Orientada para a Gestão da Informação Digital com Recurso ao BIM” é original e da minha autoria, não tendo sido usado previamente para qualquer outro fim. Mais declaro que todas as fontes usadas estão citadas, no texto e na bibliografia final, segundo as regras de referência adotadas na instituição.

Porto e ISEP, 2022/07/05.

ÍNDICE GERAL

Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Quadros	xix
Índice de Equações.....	xxi
Abreviaturas	xxiii
CAPÍTULO 1 Introdução.....	1
CAPÍTULO 2 Metodologia BIM	5
CAPÍTULO 3 Sistemas de Classificação de Informação da Construção	27
CAPÍTULO 4 Caso de Estudo: Introdução e Classificação da Informação	47
CAPÍTULO 5 Caso de Estudo: Exportação e Apresentação de Dados	87
CAPÍTULO 6 Considerações Finais.....	111
Referências Bibliográficas	113
Anexo I – <i>Work Breakdown Structure</i> (WBS)	117
Anexo II – Tabelas de Dados Importados	119
Anexo III – <i>Dashboard</i> no Power BI.....	125
Anexo IV – Plano de Trabalhos no MS <i>Project</i>	127
Anexo V – Tabela de Dados Exportados.....	129

RESUMO

O setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) é uma das bases da economia global, no entanto apresenta um baixo crescimento de produtividade e, por isso, é necessária a implementação de soluções digitais para o seu desenvolvimento, para a melhoria da sua produtividade e para a otimização dos Projetos da construção. Na última década, este setor passou por mudanças substanciais impulsionadas pela digitalização, em que a metodologia BIM tem um papel central.

O acrónimo BIM significa *Building Information Modeling*, mas para alguns autores, significa *Building Information Management*. Esta segunda definição enfatiza a importância da gestão da informação no setor AECO, uma vez que esta metodologia, para além de permitir simulações virtuais com modelos inteligentes, integra ferramentas e dados, que ao serem estruturados, organizados e analisados podem trazer diversos benefícios.

O presente Relatório foi desenvolvido durante o Estágio Curricular na empresa Garcia, Garcia S.A. e pretende apresentar os principais conceitos e a importância da metodologia BIM, com ênfase na gestão da informação, bem como dos sistemas de classificação da informação da construção (CICS) e do uso de ferramentas de *Business Intelligence* (BI) no ambiente de Projeto.

É proposta uma metodologia para a gestão da informação no âmbito do planeamento e da orçamentação de um Projeto, recorrendo a processos automatizados. A proposta é fundamentada na parametrização de objetos BIM e na utilização de dois métodos, como um conjunto de parâmetros e um CICS, para organizar a informação dos modelos BIM, e recorre à uma ferramenta BI para a apresentação e a análise da informação.

A aplicação da metodologia a um caso de estudo permitiu a extração das quantidades de trabalho dos modelos, a conceção do Plano de Trabalhos da obra e a elaboração de relatórios interativos, que foram complementados com a visualização dos modelos tridimensionais através de um *software* baseado na metodologia BIM.

Palavras-chave: *Building Information Modeling*, Gestão da Informação, Sistemas de Classificação, Automatização, Setor AECO.

ABSTRACT

The Architecture, Engineering, Construction, and Operation (AECO) industry is one of the bases of the global economy. However, it presents a low productivity growth and, therefore, the implementation of digital solutions is necessary for its development, for the improvement of its productivity and for the optimization of construction projects. In the last decade, this sector has undergone substantial changes driven by digitalization, in which BIM methodology plays a central role.

The acronym BIM stands for Building Information Modeling, but, for some authors, it stands for Building Information Management. This second definition emphasizes the importance of information management in the AECO industry, since this methodology, in addition to allowing virtual simulations with intelligent models, integrates software and data, which, when structured, organized, and analyzed, can bring several benefits.

This thesis was developed during the internship at Garcia, Garcia S.A. and aims to present BIM methodology's main concepts and importance, with emphasis on information management, as well as construction information classification systems (CICS) and the use of Business Intelligence (BI) tools in the project environment.

In the context of scheduling and budgeting, it proposes a methodology for the information management of a project, using automated processes. The proposal is based on the parametric objects and the use of two methods, such as a set of parameters and a CICS, to organize the information of BIM models, using a BI tool for the presentation and analysis of information.

The application of the methodology to a case study allowed for the extraction of the models' work quantities, the elaboration of the construction work schedule and the elaboration of interactive dashboards, which were complemented with the visualization of the 3D models through a software based on the BIM methodology.

Keywords: Building Information Modelling, Information Management, Classification Systems, AECO Industry.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer à minha família, em especial aos meus avós, ao meu pai e à minha madrastra, pela motivação, pelo amor incondicional, por acreditar nos meus sonhos e por não medirem esforços para que se tornem realidade.

Manifesto um especial agradecimento ao meu orientador Prof. José Pinto-Faria pela partilha de conhecimentos, pelo constante apoio e confiança, e sobretudo pela orientação excecional. Também agradeço ao meu coorientador Eng.º Fernando Sousa, do ISEP/BIM, por todo o conhecimento partilhado, pelos valiosos conselhos e sugestões. Agradeço a inegável disponibilidade, paciência e dedicação que demonstraram para que este trabalho fosse bem desenvolvido.

Agradeço à Garcia, Garcia e à toda a equipa da Multiprojectus pela oportunidade de realizar este estágio que me permitiu contactar com o mundo do BIM e contribuir para o meu enriquecimento pessoal e profissional. Quero agradecer ao Eng.º José Santos por me ter supervisionado, pelos desafios concedidos e pela valiosa sugestão do tema deste relatório. Agradeço também ao Eng.º Miguel Mandim pelo incentivo, pela contribuição e pelos ensinamentos fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também ao Arq.º Décio Ferreira pela disponibilidade, pela paciência e pela contribuição.

A todos os meus amigos, em especial à Ana Carolina, pelas risadas, por todos os conselhos e por partilhar a vida comigo nesta terrinha que amamos, e ao Matheus, pela melhor amizade de sempre e por me ter dado o presente mais lindo do mundo, o meu afilhado.

Ao Hélder, ao Fábio e ao Ricardo pelos ensinamentos e pelo grande apoio numa importante fase do meu mestrado.

À Helena pelo apoio e pela colaboração, e também a todos os integrantes do NEFUP por me ensinarem a amar ainda mais a cultura e as danças portuguesas, e por tornarem mais leve o fim deste percurso.

Ao meu “cavaleiro andante”, Fernando, pelo incentivo, pela preocupação e pelo apoio incondicional ao longo deste percurso. Obrigada por ser meu porto seguro, que me abriga nos momentos mais difíceis, e por estar sempre ao meu lado.

Por fim, aos meus afilhados, Nikólas e Ramon, que vieram dar um novo colorido à minha vida.

ÍNDICE DE TEXTO

CAPÍTULO 1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Âmbito e Objetivos	3
1.3	Estrutura do Relatório	4
CAPÍTULO 2	Metodologia BIM	5
2.1	Origem e Definição	5
2.2	Principais Conceitos	7
2.2.1	<i>Integrated Project Delivery (IPD)</i>	7
2.2.2	Objetos BIM	8
2.2.3	Interoperabilidade.....	9
2.2.4	<i>Level of Development (LOD)</i>	10
2.3	Dimensões BIM	12
2.4	<i>Softwares</i> BIM.....	13
2.5	Gestão da Informação.....	15
2.5.1	Considerações Iniciais.....	15
2.5.2	Norma ISO 19650.....	16
2.5.3	Proposta para a Gestão da Informação.....	20
2.6	Automatização	23
2.6.1	Ferramentas de Apoio à Classificação da Informação.....	24
CAPÍTULO 3	Sistemas de Classificação de Informação da Construção	27
3.1	Considerações Iniciais	27
3.2	Principais Conceitos	27
3.2.1	Definição e Importância	28
3.2.2	Princípios da Estrutura.....	29
3.2.3	Tipos de Relações de uma Estrutura Hierárquica.....	30
3.3	Normas ISO	31
3.3.1	ISO 12006-2	32

3.3.2	ISO/IEC 81346	34
3.4	Sistemas Internacionais de Classificação	35
3.4.1	Sistemas Internacionais Tradicionais.....	37
3.4.2	Sistemas Internacionais Modernos	42
3.5	Sistemas Nacionais de Classificação	43
3.5.1	ProNIC.....	44
3.5.2	SECCLasS	45
CAPÍTULO 4	Caso de Estudo: Introdução e Classificação da Informação.....	47
4.1	Apresentação da Empresa	47
4.2	Descrição do Caso de Estudo	48
4.3	Descrição dos <i>Softwares</i> Utilizados	51
4.4	Metodologia Implementada	53
4.5	Organização da Informação	54
4.5.1	Terminologias do <i>Revit</i>	54
4.5.2	Descrição dos Parâmetros	55
4.5.3	Criação e Atribuição dos Parâmetros no <i>Revit</i>	57
4.5.4	Importação de Dados.....	59
4.5.5	Parâmetro 5D-QUANTIDADE: Automatização da Extração das Quantidades	64
4.5.6	Considerações Sobre a Modelação.....	74
4.6	Classificação da Informação.....	76
4.6.1	Justificação para a Escolha do Sistema de Classificação.....	76
4.6.2	Classificação da Informação com recurso ao <i>Uniclass 2015</i>	77
4.6.3	Vantagens e Desvantagens do Uso do <i>Uniclass 2015</i>	83
4.7	Conclusões	85
CAPÍTULO 5	Caso de Estudo: Exportação e Apresentação de Dados.....	87
5.1	Exportação de Dados para o <i>Excel</i>	87
5.2	Combinação de Folhas numa Única Usando o <i>Power Query</i>	91
5.3	Exportação dos Modelos e Criação de <i>Sets</i> no <i>Navisworks</i>	94
5.4	Apresentação de Dados de Custos e do Modelo	95
5.4.1	Visualização de Dados no <i>Power BI</i>	95
5.4.2	Visualização de Dados e do Modelo	99
5.5	Apresentação de Dados de Planeamento, de Custos e do Modelo.....	100
5.5.1	Elaboração do Plano de Trabalhos	100

5.5.2	Visualização de Dados no <i>Power BI</i>	103
5.5.3	Faseamento Construtivo no <i>Navisworks</i>	106
5.5.4	Visualização de Dados e do Modelo	108
CAPÍTULO 6	Considerações Finais	111
6.1	Conclusões	111
6.2	Desenvolvimentos Futuros	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Aplicações do BIM ao longo do ciclo de vida de um ativo (Gerbert <i>et al.</i> , 2016)	6
Figura 2.2 – Curva de MacLeamy (Adaptado de AIA, 2007)	7
Figura 2.3 – Exemplo de objeto paramétrico BIM	8
Figura 2.4 – Integração do IFC (Adaptado de <i>e-zigurat.com/blog/pt-br/o-que-e-openbim-principais-beneficios/</i>)	9
Figura 2.5 – LOD segundo o BIMForum (BIMForum, 2021)	11
Figura 2.6 – Dimensões dos modelos BIM (Adaptado de <i>255ribeiro.github.io/simulacao/Conceitos/proj_simula.html</i>).....	12
Figura 2.7 – <i>Softwares</i> para a gestão de dados e modelos (Roberti e Ferreira, 2021)	14
Figura 2.8 – DIKW com foco em decisões (Adaptado de <i>electronics360.globalspec.com/article/4890/optimal-analysis-algorithms-are-iot-s-big-opportunity</i>).....	15
Figura 2.9 – Hierarquia dos requisitos de informação (Adaptado de ISO 19650-1:2018).....	20
Figura 2.10 – Exemplos de ferramentas BI (Fonte: <i>selecthub.com/business-intelligence-tools/</i>)	21
Figura 2.11 – Exemplo de <i>dashboard</i> feita no <i>Power BI</i> (Fonte: <i>community.powerbi.com/t5/Data-Stories-Gallery/PowerBi-and-Bim-model-data/m-p/696837</i>)	22
Figura 2.12 – <i>BIM Interoperability Tools for Revit</i>	24
Figura 2.13 – Exemplo de rotina feita no <i>Dynamo</i>	25
Figura 2.14 – Possibilidades oferecidas pelo <i>Dynamo</i> (Adaptado de Pellegrino <i>et al.</i> , 2021)	25
Figura 3.1 – Exemplo de estrutura hierárquica (Lima <i>et al.</i> , 2021).....	29
Figura 3.2 – Exemplo de classificação facetada (Fonte: <i>biblus.accasoftware.com/ptb/ifc-e-sistemas-de-classificacao-na-construcao/</i>)	30
Figura 3.3 – Exemplo de estrutura hierarquicamente organizada e composta (Lima <i>et al.</i> , 2021)	31
Figura 3.4 – Esquema das classes e seu relacionamento (Adaptado de ISO 12006-2)	32
Figura 3.5 – Sintaxe da designação de referência segundo a ISO/IEC 81346 (Adaptado de Balslev, 2016)	35
Figura 3.6 – Relações entre tabelas do <i>Uniclass 2015</i> (Adaptado de Delany, 2017)	40
Figura 3.7 – Exemplos de classificação com <i>Uniclass 2015</i> (Fonte: <i>Webinar Uniclass 2015 in practice</i>)	42
Figura 4.1 – Unidade industrial da Stelia Aerospace Portugal (<i>Website</i> da Garcia, Gacia).....	48
Figura 4.2 – Planta do parque de resíduos e da unidade industrial.....	49
Figura 4.3 – Modelo 3D do parque de resíduos.....	49
Figura 4.4 – Modelo 3D da arquitetura do parque de resíduos	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.5 – Modelo 3D da estrutura do parque de resíduos.....	50
Figura 4.6 – Fluxograma da metodologia implementada para o caso de estudo	53
Figura 4.7 – Criação dos <i>Shared Parameters</i>	57
Figura 4.8 – Importação dos <i>Shared Parameters</i> no <i>DiRoots One</i>	57
Figura 4.9 – Atribuição dos parâmetros a cada categoria no <i>DiRoots One</i>	58
Figura 4.10 – Parâmetros atribuídos à instância	59
Figura 4.11 – Folha “5D”: Dados importados através do <i>Dynamo</i>	60
Figura 4.12 – Visão geral da rotina <i>{Set Parameter}</i> para a importação de dados.....	61
Figura 4.13 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> : Início.....	62
Figura 4.14 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> : Atribuição dos dados no parâmetro 5D-DESCRIÇÃO	62
Figura 4.15 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> : Cálculo da quantidade, do custo total e atribuição dos dados	63
Figura 4.16 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> : Extração de quantidades para <i>Roofs</i>	65
Figura 4.17 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> : Extração de quantidades para <i>Structural Columns</i>	66
Figura 4.18 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> : Extração de quantidades para <i>Structural Framing</i>	67
Figura 4.19 – Parâmetros da parede	67
Figura 4.20 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> : Extração de quantidades para <i>Walls</i>	68
Figura 4.21 – Parâmetros da caleira	68
Figura 4.22 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> : Extração de quantidades para <i>Roofs</i>	69
Figura 4.23 – Parâmetros do painel pré-fabricado em betão	70
Figura 4.24 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> : Extração de quantidades para <i>Generic Models</i>	71
Figura 4.25 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> : Extração de quantidades para <i>Structural Foundations</i>	71
Figura 4.26 – Parâmetros do pilar metálico	72
Figura 4.27 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> : Extração de quantidades para <i>Structural Columns</i>	73
Figura 4.28 – Parâmetros da madre	73
Figura 4.29 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> : Extração de quantidades para <i>Structural Framing</i>	74
Figura 4.30 – Modelação em conjunto de sapata e betão de limpeza	75
Figura 4.31 – Painel de betão pré-fabricado no modelo de arquitetura.....	75
Figura 4.32 – Classificação de paredes com o <i>Uniclass 2015</i>	78
Figura 4.33 – Classificação do pavimento térreo com o BIM <i>Interoperability Tools</i>	79
Figura 4.34 – Pavimento térreo classificado com a tabela [Elemento/Função] do <i>Uniclass</i>	79
Figura 4.35 – Folha “UNICLASS”: Dados do <i>Uniclass 2015</i> importados.....	80
Figura 4.36 – Visão geral da rotina <i>{Set Parameter}</i> para importação de dados do <i>Uniclass</i>	81
Figura 4.37 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> para o <i>Uniclass 2015</i> : Início	82
Figura 4.38 – Rotina <i>{Set Parameter}</i> para o <i>Uniclass 2015</i> : Fim	82

Figura 4.39 – Parede classificada com o <i>Dynamo</i>	83
Figura 5.1 – Visão geral da rotina do <i>Dynamo</i> para exportação de dados	87
Figura 5.2 – Rotina { <i>Get Report</i> }: Busca de parâmetros	88
Figura 5.3 – Rotina { <i>Get Report</i> }: Busca de parâmetros do <i>Uniclass 2015</i>	88
Figura 5.4 – Rotina { <i>Get Report</i> }: Especialidade e família	89
Figura 5.5 – Rotina { <i>Get Report</i> }: Criação de lista, dos nomes das colunas e exportação	89
Figura 5.6 – Folhas com os dados exportados	90
Figura 5.7 – Rotina { <i>Get Report</i> } para exportação dos dados do projeto	90
Figura 5.8 – Folha “PROJECT INFO” com dados exportados	91
Figura 5.9 – Ficheiro importado para o Editor do <i>Power Query</i>	92
Figura 5.10 – Transformação dos dados no Editor do <i>Power Query</i>	93
Figura 5.11 – Resultado: Folha “DADOS_STELIA”	93
Figura 5.12 – Exportação dos modelos	94
Figura 5.13 – Modelos importados para o <i>Navisworks</i>	94
Figura 5.14 – Comando <i>Find Items</i> e criação de <i>Sets</i>	94
Figura 5.15 – <i>Dashboard</i> de orçamentação no <i>Power BI</i>	95
Figura 5.16 – Importação de ficheiro <i>Excel</i> para o <i>Power BI</i>	96
Figura 5.17 – Elaboração do gráfico em anel da <i>dashboard</i>	96
Figura 5.18 – <i>Dashboard</i> de orçamentação no <i>Power BI</i> com <i>Uniclass 2015</i>	98
Figura 5.19 – Visualização de dados dos pilares no <i>Power BI</i>	99
Figura 5.20 – Visualização dos pilares do modelo no <i>Navisworks</i>	100
Figura 5.21 – Plano de Trabalhos no <i>MS Project</i>	102
Figura 5.22 – Plano de Trabalhos no <i>Project Center</i>	102
Figura 5.23 – <i>Dashboard</i> de planeamento no <i>Power BI</i>	103
Figura 5.24 – Importação do Plano de Trabalhos para o <i>Power BI</i>	104
Figura 5.25 – Tabela “ <i>Tasks</i> ” importada para o <i>Power BI</i>	104
Figura 5.26 – Plano de Trabalhos com dois níveis no <i>MS Project</i>	106
Figura 5.27 – Importação do Plano de Trabalhos para o <i>Navisworks</i>	107
Figura 5.28 – Definições para elaborar o vídeo no <i>Navisworks</i>	107
Figura 5.29 – Vídeo feito no <i>Navisworks</i>	108
Figura 5.30 – <i>Dashboard</i> de planeamento com os dados das madres	109
Figura 5.31 – Vídeo com os elementos de madre.....	109
Figura 5.32 – <i>Dashboard</i> de orçamentação com os dados das madres	110

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Descrição dos níveis de desenvolvimento (Adaptado de AIA, 2008 e Silva, 2013).....	10
Quadro 2.2 – Tipos de atores e equipas (Adaptado de ISO 19650-1:2018).....	18
Quadro 3.1 – Principais normas ISO para os sistemas de classificação (Adaptado de Jackson, 2020).....	31
Quadro 3.2 – Princípios de especialização aplicados às classes (Adaptado de ISO 12006-2:2010).....	33
Quadro 3.3 – Principais sistemas internacionais de classificação da informação	35
Quadro 3.4 – Sistemas de classificação internacionais tradicionais (Adaptado de Afsari e Eastman, 2016; Lima <i>et al.</i> , 2021 e Nunes, 2016).....	37
Quadro 3.5 – Listagem de tabelas do <i>Uniclass</i> 2015.....	39
Quadro 3.6 – Exemplo de código do <i>Uniclass</i> 2015 (Adaptado de Lima <i>et al.</i> , 2021)	41
Quadro 3.7 – Sistemas nacionais de classificação (Adaptado de Nunes, 2016)	43
Quadro 3.8 – Listagem de capítulos de Edifícios em Geral do ProNIC.....	44
Quadro 3.9 – Listagem de capítulos de Infraestruturas Rodoviárias do ProNIC.....	45
Quadro 4.1 – <i>Softwares</i> utilizados	51
Quadro 4.2 – Descrição e objetivos dos parâmetros 3D, 4D e 5D (Adaptado de Costa <i>et al.</i> , 2022)	55
Quadro 4.3 – Exemplo dos parâmetros relativos ao elemento de parede	56
Quadro 4.4 – Listagem de categorias dos modelos	58
Quadro 4.5 – Tabela com tipo de <i>workflow</i> e obtenção dos dados	59
Quadro 4.6 – Cálculo e extração de quantidades dos elementos do modelo	64
Quadro 4.7 – Tabela com “dados de apoio” e unidades de medição	65
Quadro 4.8 – Listagem de tabelas do <i>Uniclass</i> 2015 utilizadas	77
Quadro 4.9 – Tabela de [Produtos] para a classificação de portas.....	84
Quadro 4.10 – Tabela de [Produtos] para a classificação de pias e lavatórios.....	85
Quadro 5.1 – Listagem de gráficos utilizados na <i>dashboard</i> de orçamentação	97
Quadro 5.2 – Listagem de gráficos utilizados na <i>dashboard</i> do <i>Uniclass</i> 2015	98
Quadro 5.3 – Tabela reorganizada dos dados exportados.....	101
Quadro 5.4 – Folha “PT_INFO” com os dados gerais do cronograma	105
Quadro 5.5 – Listagem de gráficos utilizados na <i>dashboard</i> de planeamento	105

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 4.1 – Cálculo do comprimento da caleira	69
Equação 4.2 – Cálculo da área do painel de betão pré-fabricado.....	70
Equação 4.3 – Cálculo da quantidade de aço.....	72
Equação 5.1 – Cálculo da duração teórica de uma tarefa.....	101

ABREVIATURAS

AECO – Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação

AIA – *American Institute of Architects*

BI – *Business Intelligence*

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – *Computer Aided Design*

CICS – *Construction Information Classification Systems*

FM – *Facilities Management*

IEC – *International Electrotechnical Commission*

IFC – *Industry Foundation Classes*

IPD – *Integrated Project Delivery*

ISO – *International Organization for Standardization*

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LOD – *Level of Development*

NBS – *National Building Specification*

O&M – *Operations and Maintenance*

ProNIC – Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção

RD – *Reference Designation*

RDS – *Reference Designation System*

SECClasS – *Sustainability Enhanced Construction Classification System*

VR – *Virtual Reality*

WBS – *Work Breakdown Structure*

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

A construção civil é a maior indústria do mundo, apesar da sua participação na economia global, o seu desempenho produtivo não é bem avaliado. O setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) representa 13% do PIB global, mas o seu crescimento de produtividade foi de 1% ao ano nas últimas duas décadas, de acordo com um relatório elaborado pela McKinsey & Company em junho de 2020. (Ribeirinho *et al.*, 2020)

Nos últimos dez anos, este setor passou por mudanças substanciais impulsionadas pela digitalização, com o desenvolvimento e a implementação de tecnologias e processos digitais que transformaram a maneira como a indústria AECO atua e contribuíram para a modernização de metodologias de planeamento e elaboração de projetos, além de introduzirem novas técnicas de construção. (Lima *et al.*, 2021)

À medida que aumenta a adoção destas tecnologias e processos por parte das empresas, estas tendem a ser mais produtivas, a gerir melhor a complexidade, a reduzir os riscos, os atrasos nos projetos e os custos excessivos, além de melhorar a segurança e a qualidade dos mesmos. (Gerbert *et al.*, 2016)

A metodologia *Building Information Modeling* (BIM) está a ocupar um lugar central na transformação digital desta indústria, ao proporcionar a representação digital de um ativo¹ construído e ao associar a informação geométrica e não geométrica num modelo inteligente, de forma a permitir simulações virtuais e a facilitar os processos de projeto, construção e operação. (ISO 19650-1:2018). O BIM trouxe, portanto, diversas vantagens, porém impôs novos desafios ao setor, como o facto de integrar não só ferramentas, mas também um volume de dados que precisam ser usados, armazenados, recuperados e partilhados entre as partes interessadas no Projeto ao longo do seu ciclo de vida.

Estes dados possuem grande potencial, ao serem recolhidos e analisados podem ser convertidos em conhecimento organizacional, podendo trazer diversos benefícios como a melhoria dos projetos, tomadas

¹ Imóvel tangível. Neste caso, consideram-se como imóveis os edifícios de qualquer tipologia (residenciais, comerciais, industriais, etc), resultado da conclusão de um Projeto.

de decisões mais fáceis e mais rápidas, o aumento da precisão de previsões e a melhoria sistemática dos processos BIM. (Gerbert *et al.*, 2016). As organizações estão a perceber o valor desta análise para as decisões de negócios. O relatório referido da McKinsey & Company aponta que a tomada de decisões com base em dados é fundamental para as mudanças a implementar no setor AECO. Numa pesquisa a 400 executivos do setor e a especialistas, 71% dos entrevistados classificaram “priorizar habilidades digitais” e “tomar decisões baseadas em dados” como um progresso para os negócios da indústria em análise. (Ribeirinho *et al.*, 2020)

Para Pellegrino *et al.* (2021), até agora, as organizações implementaram a metodologia BIM para projetar, gerir e controlar os projetos, porém a necessidade da gestão, da partilha e da análise de dados, bem como perceção das suas importâncias levou a uma transição para o uso do BIM voltado aos dados. No entanto, uma grande quantidade dos dados referentes à construção não é estruturada, por isso há uma imensa dificuldade em processá-los e recuperá-los, porque não contam com componentes necessários para a sua identificação, o que torna a sua análise mais complexa.

Deste modo há a necessidade do desenvolvimento e do uso de sistemas e metodologias que permitam a sua identificação ou classificação, sua estruturação e seu processamento. Neste sentido, as organizações vêm adotando sistemas de classificação de informação da construção (CICS) e outras convenções para a gestão de informações. Uma pesquisa² realizada em 2020 revelou que mais de dois terços (68%) dos entrevistados seguem uma nomenclatura convencionada para a partilha de informações e que mais de um terço (38%) usam o *Uniclass* 2015, o CICS do Reino Unido, para classificar informações. Esta pesquisa foi feita pela *National Building Specification* (NBS) em que a maioria das respostas vieram do Reino Unido, mas também houve respostas vindas do exterior.

Muito utilizadas no âmbito de negócios e no planeamento estratégico das organizações, as ferramentas de *Business Intelligence* (BI) também representam uma possibilidade interessante para apoiar a gestão de dados do projeto e da construção, uma vez que podem facilitar a integração, a organização, a visualização e a análise de dados.

² Integrada no relatório “NBS’ 10th National BIM” - disponível em <https://thenbs.com/knowledge/national-bim-report-2020>.

1.2 ÂMBITO E OBJETIVOS

O presente Relatório de Estágio, inserido na unidade curricular de Dissertação, Projeto e Estágio (DIPRE) do Mestrado de Engenharia Civil, tem como âmbito a gestão da informação com recurso à metodologia BIM aplicada a um caso de estudo de modelos de um edifício anexo à uma unidade industrial em fase de projeto. Todo o trabalho foi desenvolvido nas instalações da empresa Multiprojectus ligada à Garcia, Garcia, SA com a colaboração dos departamentos de orçamentação e planeamento.

O âmbito deste Relatório passa por estudar modos de organizar a informação digital, gerada pelos modelos BIM, com incidência no processamento e na visualização de dados. Este trabalho tem o intuito de desenvolver uma metodologia neste sentido a ser implementada no setor de projeto.

Assim, este Relatório possui os seguintes objetivos específicos:

1. Perceber a melhor forma de organizar a informação para geri-la de maneira eficiente;
2. Aumentar o uso de processos automatizados;
3. Apresentar os dados de forma fácil e compreensível;
4. Permitir tomadas de decisão no ambiente de projeto;
5. Tornar o fluxo de informação mais eficiente e melhorar a comunicação entre os setores da empresa.

Para atingir os objetivos traçados anteriormente, estabeleceram-se procedimentos para organizar e processar a informação de acordo com os usos BIM, por meio de ferramentas baseadas na metodologia BIM e em *Business Intelligence*, no âmbito da coordenação:

- Planeamento da Construção (BIM4D);
- Estimativa de Custos e Orçamentação (BIM5D).

1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Este documento está organizado de modo a enquadrar o tema: o BIM, com foco na gestão e na classificação da informação com o desenvolvimento e aplicação de uma metodologia através de um caso de estudo.

Assim, está estruturado em seis capítulos:

O capítulo 1 resume o enquadramento deste trabalho e apresentam-se os principais objetivos a cumprir.

O enfoque do capítulo 2 é a metodologia BIM; este capítulo define os principais conceitos desta metodologia e apresenta uma proposta para a gestão da informação de modelos BIM, introduzindo conceitos de programação visual e de *Business Intelligence*.

O capítulo 3 apresenta os principais conceitos e a importância dos sistemas de classificação da informação da construção, as principais Normas ISO relacionadas a eles e ainda expõe os sistemas mais conhecidos no âmbito internacional e nacional. Neste capítulo, define-se com pormenor o sistema *Uniclass 2015*.

Os capítulos 4 e 5 referem-se ao estudo de caso. Deste modo, o capítulo 4 está dividido em três partes: na primeira são apresentados a empresa, o caso de estudo, a metodologia implementada para estudá-lo e os *softwares* utilizados para este propósito. A segunda parte refere-se à organização da informação com recurso à parametrização no *Revit* e a terceira, com recurso ao sistema *Uniclass 2015*. Também foram apresentadas as rotinas (*scripts*) usadas no processo de classificação e de extração de quantidades de trabalho. Além do referido, foram apresentadas considerações e conclusões sobre a modelação e sobre os processos realizados.

O capítulo 5 expõe as rotinas usadas para a exportação de dados contidos no modelo BIM, apresenta os relatórios (*dashboards*) elaborados no *Power BI* para apresentar estes dados em conjunto com a apresentação do modelo no *Navisworks*.

Por fim, o capítulo 6 apresenta as conclusões sobre o trabalho desenvolvido, e expõe os desenvolvimentos futuros a ter em consideração ao âmbito deste tema.

CAPÍTULO 2

METODOLOGIA BIM

2.1 ORIGEM E DEFINIÇÃO

A maioria dos autores afirma que o acrónimo BIM foi criado pelo professor Charles Eastman, do Instituto de Tecnologia da Geórgia, nos finais dos anos 70 do século XX quando desenvolveu as teorias sobre *Building Product Model*, que é muito semelhante a *Building Information Model*. No entanto, alguns afirmam que o conceito foi criado por Eastman, mas o termo *Building Information Modeling* foi utilizado pela primeira vez por Phil Berstein, o arquiteto da *Autodesk*. (Poças, 2015)

Para quem se relaciona pela primeira vez com o conceito BIM, é comum confundi-lo com um *software*. Porém, o BIM trata-se de uma tecnologia que corresponde a uma série de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção. (Eastman *et al.*, 2014). Para Bolpagni (2022), é como uma “expressão da inovação digital” em toda a indústria AECO.

Segundo Hamil (2021), BIM é um processo para a criação e a gestão de informações de um Projeto de construção ao longo de todo o seu ciclo de vida, que envolve a colaboração das principais partes interessadas neste Projeto. Durante este processo, é desenvolvida uma descrição digital coordenada de todos os aspetos da edificação construída, usando um conjunto de tecnologias apropriadas. Esta descrição pode incluir uma combinação de modelos tridimensionais que contém informações e dados estruturados associados, como informações de produto, de execução e de entrega.

O termo BIM e as suas definições continuam a evoluir ao longo dos anos. Nas normas ISO há diferentes definições, mas a mais recente está incluída na ISO 19650-1: «O uso de uma representação digital partilhada de um ativo construído para facilitar os processos de projeto, construção e operação de modo a constituir uma base fiável para a tomada de decisão». (Bolpagni, 2022)

Além disso, o termo *Building Information Management* às vezes é usado como sinónimo de *Building Information Modeling* para enfatizar a importância da gestão de informações durante todo o ciclo de vida, sobre as meras atividades de modelagem. Não há uma definição oficial deste termo, portanto, deve ser utilizado com cuidado e explicado se incluído em documentação oficial. (Bolpagni, 2022)

O BIM também fornece a todas as partes interessadas inúmeros benefícios ao longo do ciclo de vida de uma edificação, como ilustra a Figura 2.1, incluindo uma integração mais suave entre as fases, além de permitir e impulsionar o uso de outras tecnologias digitais que também visam aproveitar os benefícios do uso dos dados, como *Internet of Things*, *digital twins*, *drones*, etc. (Gerbert *et al.*, 2016)

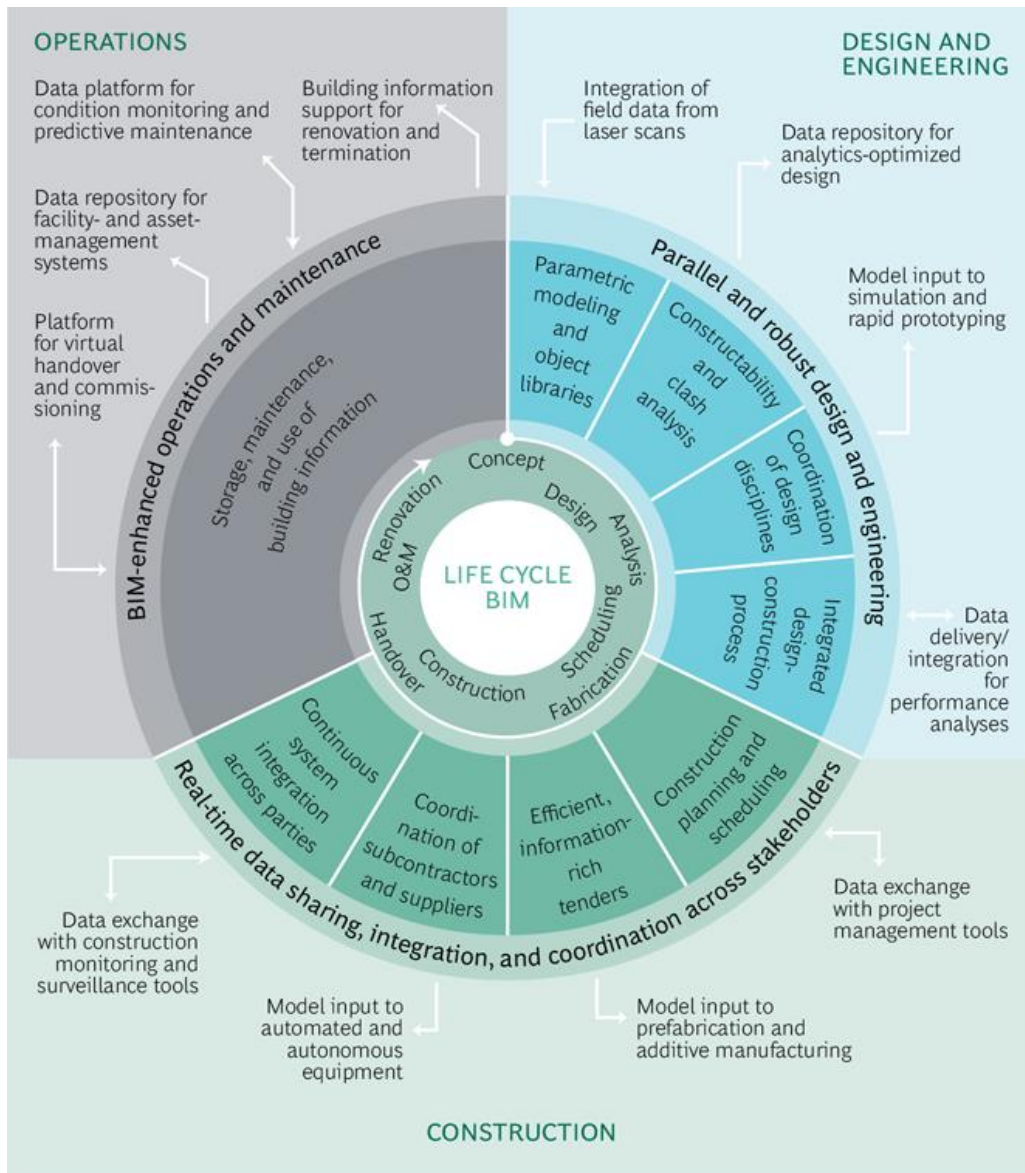


Figura 2.1 – Aplicações do BIM ao longo do ciclo de vida de um ativo (Gerbert *et al.*, 2016)

2.2 PRINCIPAIS CONCEITOS

Neste subcapítulo serão apresentados os principais conceitos associados ao BIM que são fundamentais para a sua compreensão, bem como para o desenvolvimento da metodologia deste trabalho.

2.2.1 *Integrated Project Delivery (IPD)*

Segundo o AIA (2007), *Integrated Project Delivery* (Entrega Integrada de Projetos) é uma abordagem de entrega de projetos que integra pessoas, sistemas e práticas num processo colaborativo entre os principais intervenientes responsáveis pelo Projeto, para otimizar os resultados, criar valor para o proprietário, reduzir desperdícios e maximizar a eficiência em todas as fases do seu ciclo de vida.

A metodologia BIM é uma das principais ferramentas de suporte ao IPD e os potenciais benefícios de ambos apenas são alcançados quando usados em simultâneo. Como o BIM pode combinar o projeto e os dados de fabricação, instruções de montagem, logística de gestão de projetos, entre outras informações, num banco de dados, esta fornece uma plataforma para colaboração em todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento. (AIA, 2007)

De acordo com Campestrini *et al.* (2015), os benefícios do recurso ao BIM passam pela melhoria da qualidade e do fluxo de informações e em fomentar a melhoria na tomada de decisões pela equipa envolvida para a otimização da construção numa fase do ciclo de vida, em que fazer qualquer alteração tem menos impacto nos custos.

Esta conclusão é perceptível com a análise à curva de MacLeamy (Figura 2.2). As curvas 1 e 2 demonstram que, em função das fases do ciclo de vida do empreendimento, o custo para alterar o âmbito do Projeto aumenta e a possibilidade de se impactar neste custo diminui. Já as demais curvas referem-se aos processos de trabalho existentes: o processo tradicional (curva 3) centra-se na fase de documentação, em contrapartida ao recurso a uma abordagem IPD (curva 4), onde o esforço é antecipado e o fluxo de trabalho passa a centrar-se nas fases iniciais, o que permite agilizar o processo de decisão.

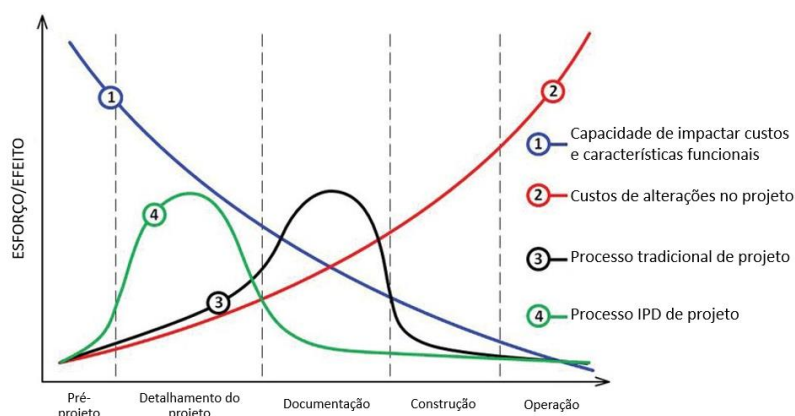


Figura 2.2 – Curva de MacLeamy (Adaptado de AIA, 2007)

2.2.2 Objetos BIM

De acordo com Eastman *et al.* (2014), os modelos de construção são compostos por objetos BIM que carregam não apenas atributos gráficos, mas também parâmetros de dados sobre as suas funcionalidades, geometrias, dimensões, entre outros. Possuem também regras paramétricas que permitem manipulá-los de forma inteligente, além de conter dados sobre sua representação visual e comportamental, permitindo representar virtualmente, de forma equivalente, o produto real. (Nunes, 2016)

Para Eastman *et al.* (2014), estes objetos podem ser caracterizados por:

- A geometria é integrada de forma não redundante, não permitindo inconsistências;
- As regras paramétricas para objetos modificam automaticamente as geometrias associadas quando inseridas num modelo ou quando são feitas alterações em objetos associados. Por exemplo, uma parede será redimensionada automaticamente para encostar num teto;
- Definição em diferentes níveis de agregação, para que seja possível definir uma parede e os seus componentes, por exemplo;
- Definição e gestão em quaisquer níveis de hierarquia. Por exemplo, se a espessura de um subcomponente de uma parede for alterada, a espessura da parede também irá mudar;
- As regras podem identificar quando uma alteração específica viola a sua viabilidade em relação ao tamanho, capacidade de fabricação, etc;
- Possibilitar a vinculação ou receção, transmissão ou exportação de conjuntos de atributos, por exemplo, materiais estruturais, dados acústicos, etc, para outras aplicações e modelos.

Os objetos BIM também são designados por “objetos inteligentes” e são essenciais para o desenvolvimento dos modelos BIM, uma vez que são responsáveis por agregar informação valiosa sobre os processos de produção, comunicação e análise do modelo. (Nunes, 2016). A Figura 2.3 ilustra um exemplo de objeto BIM de uma porta que contém diversas informações.

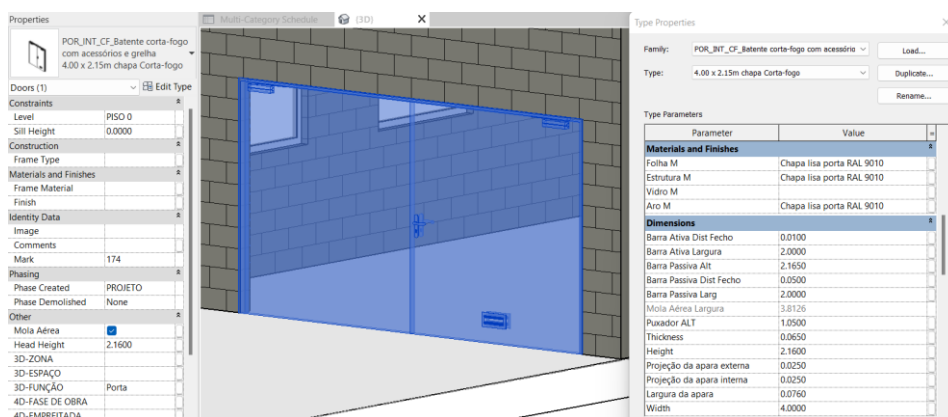


Figura 2.3 – Exemplo de objeto paramétrico BIM

2.2.3 Interoperabilidade

A interoperabilidade é um dos pilares da metodologia BIM, pois promove a colaboração e a partilha de informação ao longo do ciclo de vida de um empreendimento. Seu conceito está relacionado com a capacidade de transmissão de dados entre *softwares* e aplicações, baseando-se em intercâmbio de formatos de ficheiros. (Eastman *et al.*, 2014)

A forma mais comum e importante de interoperabilidade é entre uma plataforma BIM e ferramentas, como as aplicações para análise estrutural ou térmica, por exemplo. Nesses casos, as partes específicas do modelo nativo de dados da plataforma são traduzidas para que os dados sejam colocados no formato exigido pela ferramenta. No entanto, é comum que esta tradução de plataforma para ferramenta seja unilateral, porque a ferramenta recetora não possui os dados de projeto ou regras necessárias para atualizar corretamente o modelo de construção nativo da plataforma. (Eastman *et al.*, 2014)

Nos últimos tempos, o setor AECO tem apostado fortemente no desenvolvimento e na adoção do *OpenBIM* que é um processo colaborativo centrado na otimização da troca de dados por meio de padrões de dados abertos, estendendo assim os benefícios do BIM e melhorando a interoperabilidade entre plataformas de *softwares*, e a colaboração em projetos. (Autodesk, 2021)

Enquanto integrante do processo *OpenBIM*, o *Industry Foundation Classes* (IFC) é, segundo Bolpagni (2022), um dos principais modelos de dados de produtos da construção para troca de informações entre diferentes ferramentas BIM, sendo utilizado para planeamento, projeto, construção e gestão de edificações. Sua primeira versão foi lançada em 1996 e está em constante evolução, encontrando-se na quarta versão. É desenvolvido e mantido pela organização buildingSMART.

Além de ser uma norma internacional (ISO 16739-1:2018), o IFC trata-se de um padrão de dados neutro e um formato de ficheiro intermediário para suportar a partilha de dados entre diferentes aplicações. Seu modelo de dados contém geometria e propriedades de dados (Figura 2.4) para elementos, incluindo as suas relações. (Autodesk, 2021)

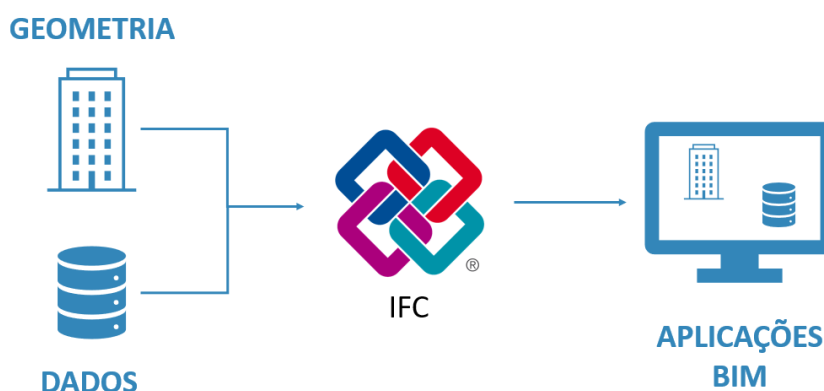


Figura 2.4 – Integração do IFC (Adaptado de e-zigurat.com/blog/pt-br/o-que-e-openbim-principais-beneficios/)

2.2.4 Level of Development (LOD)

O conceito de *Level of Development* (Nível de Desenvolvimento) foi definido com a publicação do protocolo E202–2008: *Building Information Modeling Protocol Exhibit* pelo AIA em 2008. Refere-se ao nível de detalhe no desenvolvimento de um elemento do modelo e pode ser definido como uma ferramenta de referência destinada a melhorar a qualidade da comunicação entre os utilizadores da metodologia BIM sobre as características dos elementos nos modelos. (BIMForum, 2021)

Segundo o AIA (2008), o E202–2008 descreve os níveis de desenvolvimento e identificam os seus requisitos específicos de conteúdo e os usos associados autorizados para cada elemento do modelo em cinco níveis progressivamente detalhados, conforme o Quadro 2.1. Este Quadro apresenta também uma adaptação, feita por Silva (2013), deste conceito à realidade portuguesa com recurso às fases de projeto definidas na Portaria 701-H/2008, publicada no Diário da República em 29 de julho, para os LOD 100 ao 300.

Quadro 2.1 – Descrição dos níveis de desenvolvimento (Adaptado de AIA, 2008 e Silva, 2013)

Nível de Desenvolvimento	Descrição	Fases de Projeto
LOD 100	Trata-se de um estudo geral da volumetria espacial do projeto com indicação da área, altura, volume, local e orientação que pode ser modelado em três dimensões ou representado de outra forma genérica.	Programa Base.
LOD 200	Os elementos do modelo são modelados como um sistema ou montagem genéricos, com quantidades, tamanho, forma, localização e orientação aproximados. A partir deste LOD, a informação não geométrica deve ser anexada aos elementos do modelo.	Estudo Prévio e Anteprojeto.
LOD 300	Tal como o LOD 200, os elementos são modelados como um sistema ou montagem, mas com informações mais específicas e precisas. Neste nível, é possível a preparação dos documentos tradicionais da construção ao nível do projeto de execução.	Projeto de Execução.
LOD 400	Tal como o LOD 300, os elementos devem ser modelados com quantidade, tamanho, forma, localização e orientação, mas incluindo informações detalhadas sobre fabricação e montagem.	Preparação de Obra, Construção e Montagem.
LOD 500	Os elementos do modelo são modelados de acordo com a construção e com informações precisas de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação.	Modelo Virtual – após construção.

Devido à rápida evolução do uso da tecnologia BIM, o AIA publicou em 2013 três novos documentos relacionados à gestão, entre eles o E203–2013: *Project BIM Protocol Form*. De acordo com este documento, o LOD descreve os requisitos mínimos dimensionais, espaciais, quantitativos, qualitativos e outros dados que estão incluídos num elemento de um modelo para dar suporte aos usos autorizados associados a ele. O foco principal do conceito de LOD está relacionado à fiabilidade dos dados dentro do modelo BIM.

Este documento ainda apresenta os cinco níveis, no entanto, passa a utilizar o termo “requisitos de conteúdo de um elemento do modelo” em vez de “requisitos de conteúdo do modelo” e a partir do LOD 200, cada definição é dividida em duas partes: representação gráfica e não gráfica. (Bolpagni e Ciribini, 2016)

Um grupo norte-americano, designado por BIMForum, formado por colaboradores ligados ao setor AECO, iniciou em 2011 o desenvolvimento do documento *LOD Specification*. Para facilitar a padronização, o uso consistente do LOD e para aumentar o seu uso como base para a colaboração, o AIA permitiu que o BIMForum utilizasse suas definições de LOD. (BIMForum, 2021)

Assim, o *LOD Specification* é uma coleção organizada de interpretações das definições do AIA que descreve os requisitos de entrada, de informação e que fornece exemplos gráficos dos diferentes níveis. Estas definições foram desenvolvidas para abordar a geometria do elemento do modelo, com três dos usos mais comuns em mente – levantamento de quantidades, coordenação 3D, controlo e planeamento. (BIMForum, 2021)

O documento apresenta o LOD 100 ao 400, com a inclusão do LOD 350, de acordo com a Figura 2.5.



Figura 2.5 – LOD segundo o BIMForum (BIMForum, 2021)

O artigo “*The Information Modeling and the Progression of Data-Driven Projects*” apresenta uma comparação entre as diferentes classificações relacionadas com a gestão de dados em BIM de diversas instituições e países em todo o mundo, principalmente os Estados Unidos e o Reino Unido, e concluiu que não há uma abordagem unívoca para definir e gerir o conteúdo de um modelo BIM. (Bolpagni e Ciribini, 2016)

Por isso, em muitas bibliografias é comum encontrar referências a outros conceitos semelhantes ao *Level of Development*, principalmente os conceitos utilizados pelo Reino Unido, como o *Level of Model Definition* que engloba o *Level of Detail (LOD)*, para informação geométrica, e o *Level of Information (LOI)*, para informação não geométrica.

Além dos referidos, há o *Level of Information Need*, introduzido pela parte um da norma EN 17412: *Building Information Modelling - Level of Information Need*, que substitui o conceito de LOD, segundo

Bolpagni (2022). Este conceito define a extensão e a granularidade da informação, e é muito relevante para a gestão da informação pelo que será mais bem explicado no subcapítulo 2.5.

2.3 DIMENSÕES BIM

O conceito de *multi-dimensional* BIM consiste no uso de informação contida em modelos BIM para uma melhor gestão de um projeto de construção ao longo do seu ciclo de vida. Adicionar “dimensões” aos modelos tem o potencial de ampliar a compreensão sobre este projeto e, conseqüentemente, permite tornar as tomadas de decisão mais complexas e acertadas. (Calvetti *et al.*, 2020)

As dimensões (Figura 2.6) retratam a forma como o BIM é aplicado a todo o ciclo de vida da construção, nomeadamente: BIM4D (tempo); BIM5D (custos); BIM6D (sustentabilidade); BIM7D (gestão das instalações); BIM 8D (segurança); para além das três dimensões do espaço euclidiano. (Calvetti *et al.*, 2020)



Figura 2.6 – Dimensões dos modelos BIM (Adaptado de 255ribeiro.github.io/simulacao/Conceitos/proj_simula.html)

O modelo BIM3D contém informações geométricas espaciais digitais associadas. Por meio deste modelo, é possível a extração de dados sobre a sua compatibilização, assim como dados relativos às especificações de materiais, aos mapas de trabalhos e quantidades, etc. (Campestrini *et al.*, 2015)

O modelo BIM4D relaciona o modelo tridimensional com o fator tempo, o que proporciona uma melhor visualização e acompanhamento do faseamento construtivo e uma melhor logística do estaleiro de obras. A partir deste modelo, é possível a extração de informações sobre o Plano de Trabalhos da obra, configurações espaciais a cada etapa da execução, ritmo de produção, etc. (Campestrini *et al.*, 2015)

Quando ao modelo BIM4D se associam as estimativas de custos, passará a ser designado modelo BIM5D. A sua utilização permite planejar e otimizar os custos de construção, o que pode resultar numa maior precisão e previsibilidade de orçamento, permite também a comparação entre custos, se houver alguma alteração no projeto.

De acordo com Campestrini *et al.* (2015) e Coelho (2016), a dimensão 6D está associada a gestão das instalações (*Facilities Management*) após a construção, portanto, o modelo BIM6D contém dados relativos ao uso da edificação. Sendo assim, é possível extrair deste modelo informações relativas aos custos de operação e de manutenção da edificação, possibilitando a gestão do seu ciclo de vida.

Por fim, a dimensão 7D (BIM7D) permite a análise da sustentabilidade da edificação, através da quantificação da energia do edifício durante seu ciclo de vida. (Coelho, 2016)

É de realçar que não há uma unanimidade relativamente às dimensões 6D e 7D, porque alguns autores tratam o BIM6D como a dimensão para a sustentabilidade e o BIM7D para a gestão das instalações.

Hamil (2021) aponta a existência de uma oitava dimensão associada ao conceito de zero acidente e que consiste na adição de informações relativas à saúde, à higiene e à segurança ao modelo. Esta dimensão serve para verificar com maior precisão as condições do estaleiro de obras, identificar atempadamente os riscos e prevenir acidentes durante os processos de construção e de manutenção.

Ao consultar alguns *sites* e artigos, ainda pode-se encontrar referências a mais duas dimensões: a nona e a décima. A dimensão 9D (BIM9D) está relacionada com o conceito de construção enxuta (*Lean Construction*) que visa minimizar o desperdício no setor AECO e a 10D (BIM10D) está associada à construção industrializada e tem como objetivo tornar o setor mais produtivo ao integrar novas tecnologias.

2.4 SOFTWARES BIM

Atualmente está disponível no mercado um significativo conjunto de soluções de *softwares* e aplicações baseados na metodologia BIM. Apesar da existência da grande variedade de ferramentas, cada uma possui funcionalidades que se complementam, aplicáveis a cada etapa do ciclo de vida do empreendimento, por isso, não há uma solução que seja capaz individualmente de responder a todos os usos BIM, então é necessário trabalhar com várias ferramentas em conjunto. (Poças, 2015 e Coelho, 2016)

Também estão disponíveis diversos *plugins* que foram desenvolvidos para facilitar as trocas de informação entre *softwares* e aumentar a produtividade durante o ciclo de vida do Projeto. Neste caso, podem-se destacar o *Dynamo* e o *DiRoots*.

Relativamente aos *softwares* destinados ao desenvolvimento de projetos destacam-se o *Revit*, o *Archicad* e o *Tekla*. Para a coordenação e a deteção de conflitos, pode-se destacar o *Navisworks* e o *Solibri*.

Para a gestão de Projetos da construção, é interessante destacar o *software Bexel Manager*, pois integra os usos BIM3D ao BIM6D, possibilitando a gestão de conflitos, de custos, o planeamento de tarefas, a visualização do faseamento construtivo, etc. Possui ainda uma abordagem orientada a dados que permite a exportação de informações para um *software de Business Intelligence*.

A Figura 2.7 apresenta algumas das ferramentas referidas, agrupadas conforme o uso BIM, que estão disponíveis para a gestão de dados e modelos.

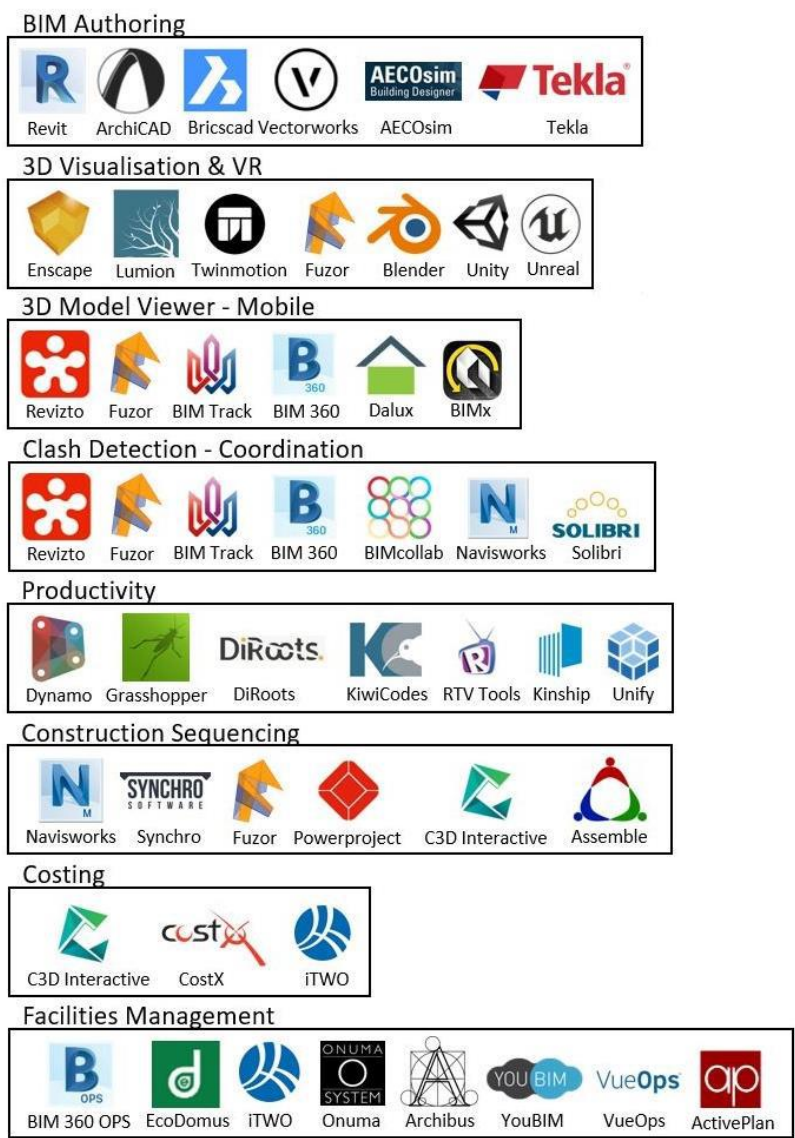


Figura 2.7 – *Softwares* para a gestão de dados e modelos (Roberti e Ferreira, 2021)

2.5 GESTÃO DA INFORMAÇÃO

2.5.1 Considerações Iniciais

Para Roberti e Ferreira (2021), a gestão da informação é um dos aspetos essenciais de eficiência e produtividade ao trabalhar com a metodologia BIM, tendo em conta seu papel de plataforma integradora de dados e de ferramentas que são usados ao longo do ciclo de vida de um ativo.

Segundo o *website* da i-SCOOP, a pirâmide DIKW (*Data-Information-Knowledge-Wisdom*) é um método frequentemente usado, com raízes na gestão de conhecimento, para explicar como é possível transformar dados em informação, depois em conhecimento e por último em sabedoria, por meio de ações e decisões. Ela ilustra o que é feito essencialmente na transformação digital, da qual o BIM faz parte. No entanto, a Figura 2.8 representa ainda a transformação da sabedoria em decisões.



Figura 2.8 – DIKW com foco em decisões (Adaptado de electronics360.globalspec.com/article/4890/optimal-analysis-algorithms-are-iiot-s-big-opportunity)

Os dados são representações alfanuméricas sem sentido e, ao dar contexto a eles, transformam-se em informação. Segundo a ISO 19650:2018, a informação pode ser entendida como a representação reinterpretável de dados de um modo formal e adaptada à comunicação, interpretação ou processamento. A informação torna-se conhecimento quando ganha um significado, já o conhecimento possui a complexidade da experiência. A sabedoria e as decisões estão no topo da pirâmide, representam o futuro e permitem a mudança.

Embora o modelo DIKW seja muito usado para analisar a extração de valor e significado dos dados e informações, é importante salientar que a realidade não é assim tão simples: o conhecimento é muito mais do que apenas uma próxima etapa da informação e o processo de gestão de dados e de informações é complexo, devido à grande quantidade de fontes e tipos de dados. (i-SCOOP)

A empresa AGT International's recorre à abordagem mostrada na Figura 2.8 para o fornecimento dos dados acionáveis aos tomadores de decisão, com os dados em estado bruto e não estruturados, como *e-mails*, tabelas *Excel* e fotos, por exemplo, são transformados em dados estruturados, como uma base de dados, que tenha maior contexto e seja mais útil para a tomada de decisões críticas em mercados que incluem petróleo, transporte, energia, etc.

Assim como esta empresa, as organizações do setor AECO estão a perceber o valor da análise de dados e estão cada vez mais a recorrer a este processo para impulsionar os seus negócios e a melhorar seu desempenho e a margem de lucro. (Roberti e Ferreira, 2021). A tendência atual deste setor aponta para o crescimento de uma cultura orientada aos dados com uma importante transição do BIM orientado ao projeto (*Design-Driven BIM*) para o BIM orientado a dados (*Data-Driven BIM*). (Pellegrino *et al.*, 2021)

Relativamente ao recurso à análise dos dados BIM, Pellegrino *et al.* (2021) identificam as seguintes vantagens:

- Aumentar as receitas e reduzir os custos;
- Identificar as relações de conflitos (*Clash Detection*), o que proporciona a sua redução;
- Controlar em tempo real os custos e os prazos do Projeto;
- Melhorar a colaboração dos intervenientes, por meio da partilha de informações em tempo real;
- Reduzir o tempo da leitura de *e-mails* e relatórios;
- Melhorar os processos de análise de dados.

Para Hamil (2021), haverá no futuro um “fio de ouro” de informações que serão desenvolvidas de forma colaborativa, em paralelo com o projeto e à construção dos ativos. Permitirá, assim, um registo do que foi construído, o que possibilitará o registo do comportamento deste ativo. Este será o *big data* que permitirá melhores tomadas de decisão para a construção orientadas à segurança e à sustentabilidade.

2.5.2 Norma ISO 19650

A *International Organization for Standardization* (ISO) é uma organização internacional não governamental independente, com mais de 160 membros de organismos nacionais de normalização, que é responsável pelo desenvolvimento de normas internacionais para tecnologia, processos de testes científicos, condições de trabalho, questões sociais, etc.

Relacionadas com a ISO, há organizações internacionais, governamentais e não governamentais que também fazem parte deste trabalho. Para os assuntos relacionados com a normalização eletrotécnica, por exemplo, a ISO colabora com a *International Electrotechnical Commission* (IEC).

A série de normas ISO 19650: *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling* introduz diversos conceitos relacionados à gestão da informação e define os processos colaborativos para uma gestão eficaz da informação relacionados à entrega e à fase de operação de ativos ao utilizar o BIM. Segundo a parte um desta série, a gestão de informações é a garantia de que as informações certas sejam entregues ao destino correto no momento certo para atender a um propósito específico.

Esta série é baseada em normas britânicas e possui seis partes, sendo que as partes quatro e a seis ainda estão em fase de desenvolvimento.

Conforme Bolpagni (2022), um dos principais conceitos introduzido por esta série de normas é o *Common Data Environment (CDE)*, que pode ser traduzido como Ambiente Comum de Dados e pode ser entendido como uma fonte de informações estabelecida para qualquer projeto ou ativo, para coletar, gerir e disseminar cada conteúdo (repositório) de informações por meio de um processo de gestão. O CDE inclui um fluxo de trabalho CDE e uma solução CDE:

- Fluxo de trabalho CDE – descreve os processos a serem usados;
- Solução CDE – fornece a tecnologia para dar suporte a esses processos, geralmente é um ecossistema de aplicações e não apenas uma única ferramenta. Um exemplo de solução CDE é o *Autodesk BIM 360*.

É, então, importante definir bem os fluxos de trabalho CDE, porque estes devem descrever como as informações são geridas, como são segregadas e como devem fornecer acessibilidade às informações durante todo o ciclo de vida do ativo. (Bolpagni, 2022)

Atualmente, os especialistas da *buildingSMART* e do Comité Europeu de Padronização (CEN) estão a trabalhar no Projeto designado por *OpenCDE* para permitir um melhor fluxo de informações entre diferentes aplicações. (Bolpagni, 2022)

Outra questão importante é o conceito de *Level of Information Need* que é parte essencial dos requisitos de troca de informações mencionados mais abaixo e inclui a apropriada determinação da qualidade, quantidade, e granularidade da informação. Para Bolpagni (2022), é usado para definir o que incluir em termos de informação nos modelos com base nos seguintes pré-requisitos:

- Propósito – por que as informações são necessárias (por exemplo, diferentes usos do BIM);
- Prazos – quando as informações são necessárias (por exemplo, diferentes fases ou datas);
- Atores envolvidos – quem está a solicitar informações e quem deve fornecer as informações;

- **Objetos** – quais objetos devem ser fornecidos em diferentes níveis da estrutura de decomposição (por exemplo, todo o edifício ou determinados sistemas ou componentes).

Uma vez que são definidos os pré-requisitos é possível especificar a informação geométrica, em termos de detalhe, dimensão, local, aparência e comportamento paramétrico, a informação alfanumérica, como a identificação e a informação contida, bem como qual a documentação que deve ser fornecida para satisfazer as necessidades iniciais.

Ainda segundo Bolpagni (2022), outro aspeto fundamental para a gestão da informação é que tanto na fase de entrega (projeto e construção) quanto na fase de operação (gestão de instalações), há uma entidade que requer informações (*information receiver*), por exemplo o cliente, e uma entidade que as fornece (*information provider*), por exemplo o empreiteiro ou o fabricante.

Para a norma ISO 19650, a colaboração e o trabalho eficaz em equipa são muito importantes, por isso é fundamental conhecer os atores e as atividades no contexto da equipa geral do projeto. Esta série define três tipos de atores e três tipos de equipa, conforme o Quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Tipos de atores e equipas (Adaptado de ISO 19650-1:2018)

Tipos de atores		Tipos de equipas	
<i>Appointing party</i> (Parte nomeadora)	A organização que lidera o projeto ou a gestão de ativos. Normalmente, é o cliente.	<i>Project team</i> (Equipa de projeto)	Todos os envolvidos no projeto, independentemente do contrato.
<i>Lead appointed party</i> (Parte líder nomeada)	A parte responsável por coordenar a troca de informações entre as equipas de trabalho ou entre uma equipa de entrega e a parte nomeada.	<i>Delivery team</i> (Equipa de entrega)	A parte designada líder e suas equipas de trabalho associadas – por exemplo, um contratado e seus subcontratados e fornecedores.
<i>Appointed party</i> (Parte nomeada)	Qualquer pessoa que produz informações sobre o projeto – por exemplo, um empreiteiro, subempreiteiro, fornecedor, consultor.	<i>Task team</i> (Equipa de trabalho)	Uma pessoa ou grupo de pessoas que realizam uma tarefa específica – por exemplo, a equipa de arquitetura ou um subcontratado.

De acordo com a ISO 19650-1:2018, a informação deve ser criada para um propósito específico - para alguém fazer uso dela. Os requisitos de informação especificam as informações precisas necessárias para que, quando forem recebidas, possam alcançar esse propósito com sucesso. O conceito de requisitos de informação é importante, pois são estes que definem as entradas de informações para todo o ecossistema da gestão da informação. Os recetores de informação (*information receiver*) estipulam os seus requisitos que precisam ser comunicados aos provedores de informação (*information provider*).

Segundo a ISO 19650-1:2018, os requisitos de informação relativos às partes interessadas são:

- Organizational information requirements (OIR) – esclarece a informação necessária para responder aos objetivos estratégicos de alto nível da organização enquanto “*appointing party*”. Garantem que as informações sejam fornecidas de forma correta para apoiar as decisões estratégicas de negócios, gestão de ativos, fins regulatórios e formulação de políticas de funcionários de uma organização;
- Project information requirements (PIR) – esclarece a informação necessária para responder aos objetivos estratégicos de alto nível da organização enquanto “*appointing party*” em relação a um projeto para um ativo construído.

Para a ISO 19650-1:2018, os requisitos relativos ao compromisso são:

- Asset information requirements (AIR) – define os aspetos de gestão, comerciais e técnicos para produzir informação do ativo, que pode ser um edifício ou espaços de um edifício, por exemplo, para permitir a sua gestão ao longo de seu ciclo de vida;
- Exchange information requirements (EIR) – é um conjunto de aspetos de gestão, comerciais e técnicos necessários para produzir informação do projeto. O seu papel é especificar quais as informações que devem ser entregues em cada troca de informação.

Ainda conforme a mesma norma, os modelos relativos à entrega de informação são:

- Asset information model (AIM) – apoia os processos de gestão de ativos estratégicos e diários estabelecidos pela “*appointing party*” e pode fornecer informações no início do processo e de entrega do projeto. Por exemplo, pode conter registos de equipamentos, custos de manutenção, registos de datas de instalação e manutenção, detalhes de propriedade e outros;
- Project information model (PIM) – apoia a entrega do projeto, contribui com o AIM para apoiar as atividades de gestão de ativos e deve ser armazenado para fornecer um arquivo ao longo do projeto, e para fins de auditoria. Por exemplo, o PIM, durante a construção do projeto, pode conter detalhes da geometria do projeto, método de construção, planeamento, custos e detalhes dos equipamentos instalados, etc, incluindo os requisitos de manutenção.

Estes requisitos são detalhados pelas normas ISO 19650-2 e ISO 19650-3 e especificam para o quê, quando, como e para quem as informações devem ser produzidas. A Figura 2.9 ilustra as relações entre os requisitos e os modelos.

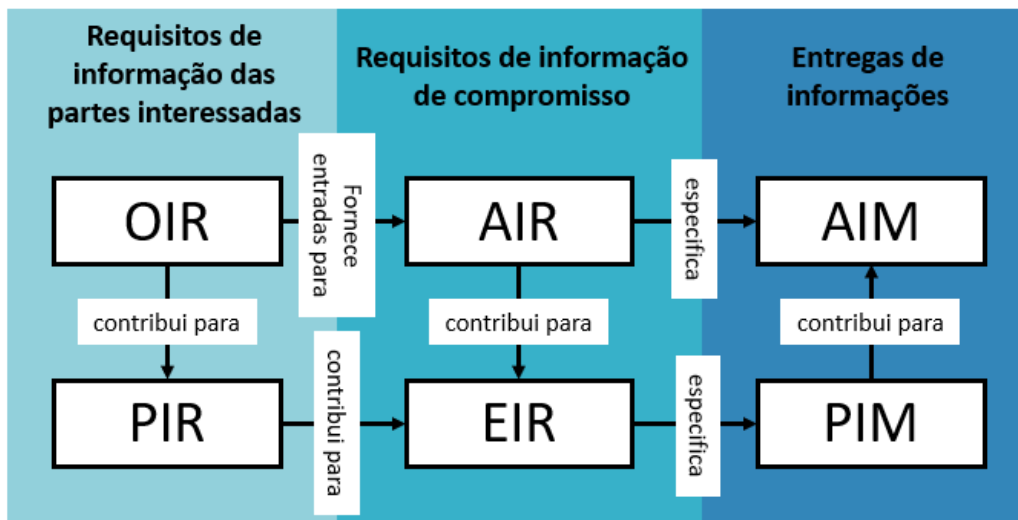


Figura 2.9 – Hierarquia dos requisitos de informação (Adaptado de ISO 19650-1:2018)

Cada equipa de entrega é solicitada a elaborar um Plano de Execução BIM (BEP) apoiado por outros documentos, incluindo um Plano Detalhado de Entrega de Informações, uma Avaliação de Risco e um Plano de Mobilização para responder aos requisitos do cliente. (Bolpagni, 2022)

De acordo com Roberti e Ferreira (2021), as empresas podem usar um Plano de Gestão de Dados (DMP) para descrever como serão usados os dados durante o desenvolvimento do projeto e após a sua conclusão. Com o objetivo de fornecer informações necessárias no formato correto no momento certo e evitar perda de dados entre as etapas do projeto BIM, uma prática fundamental é iniciá-los com a elaboração de documentos semelhantes ao DMP para apoiar o seu desenvolvimento, como um contrato, o EIR, o BEP e outros.

2.5.3 Proposta para a Gestão da Informação

Como já foi explicado anteriormente, a recolha e a análise dos dados gerados pelos projetos de construção num ambiente digital BIM representam uma melhoria para os processos BIM, porém é necessária a sua estruturação por meio de uma metodologia que também permita sua organização, categorização e visualização. Sendo assim, para essa metodologia, há três possibilidades que foram utilizadas em conjunto neste trabalho:

1. Sistema de classificação da informação – é uma abordagem que facilita a organização e a recuperação da informação (a desenvolver no próximo capítulo);
2. Organização da informação com recurso à parametrização – é uma abordagem semelhante à anterior em que a informação é organizada por meio de parâmetros que guardam informações específicas. No caso deste trabalho, os parâmetros contêm informações relacionadas às dimensões 3D, 4D e 5D do BIM;

3. Ferramentas de Business Intelligence (BI) – uma vez que os dados estão classificados e organizados, as ferramentas de BI ajudam na sua compreensão e no seu tratamento, bem como na sua estruturação, possibilitando tomadas de melhores decisões.

Segundo a Microsoft (2022), o conceito de *Business Intelligence* refere-se a um processo de recolha, organização e análise de grandes quantidades de dados não estruturados, extraídos de diversas fontes, como sistemas internos e externos, incluindo *e-mails*, ficheiros e até mesmo ficheiros armazenados em nuvem, etc.

As ferramentas de BI proporcionam uma forma de obter dados para encontrar informações principalmente através de consultas; também permitem a preparação dos dados para análise, para que seja possível a criação de relatórios ou *dashboards* e visualizações de dados. Os resultados auxiliam os profissionais a acelerar e melhorar a tomada de decisões, aumentar a eficiência operacional, identificar potenciais oportunidades de receitas, identificar tendências de mercado, reportar indicadores KPIs (*Key Performance Indicator*) e identificar novas oportunidades de negócio. (Microsoft, 2022)

Atualmente, existem diversos *softwares* de BI disponíveis no mercado – as ferramentas mais utilizadas estão ilustradas na Figura 2.10.

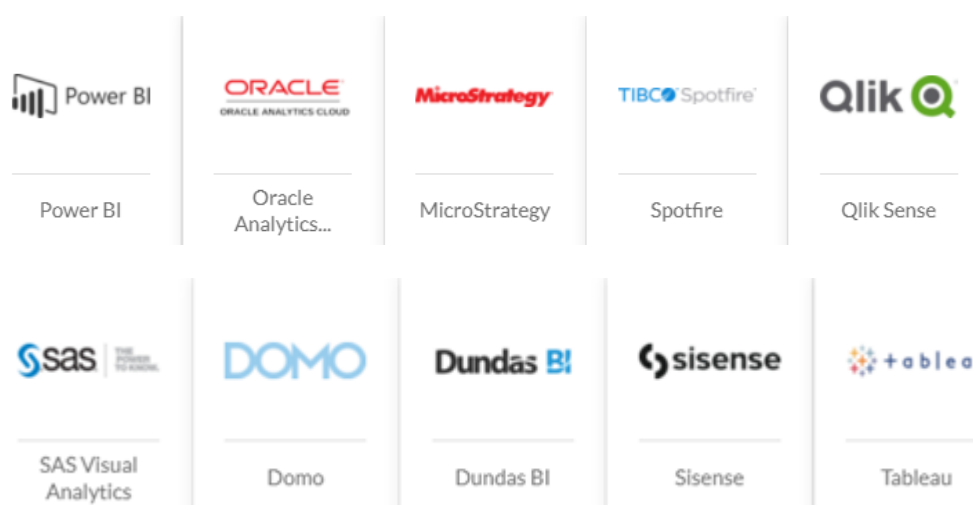


Figura 2.10 – Exemplos de ferramentas BI (Fonte: selecthub.com/business-intelligence-tools/)

Pellegrino *et al.* (2021) e o *website* da Proving Ground apontam as principais razões para o recurso ao BI no projeto e na construção:

- Possibilitar a integração de várias fontes de dados – os dados do setor AECO geralmente estão espalhados por várias estruturas, bancos de dados, modelos e desenhos. O recurso ao BI permite combinar estas fontes em relatórios que permitem ver correlações, padrões e relações;
- Introduzir informações para apoiar a tomada de decisões – as *dashboards* interativas podem ser criadas e partilhadas entre os elementos da equipa responsável pelo projeto e outras partes

interessadas, permitindo uma visão geral do que se passa em tempo real e, assim, entender o impacto das decisões no projeto, bem como tomar as melhores decisões com base nos dados;

- Facilitar a disponibilização de dados e o acesso à informação – os utilizadores de BI, não especialistas em dados ou sem grandes conhecimentos de programação, podem facilmente criar relatórios e gráficos de dados através das ferramentas de BI. Ainda, os intervenientes que não utilizam um fluxo de trabalho BIM beneficiam destes relatórios, uma vez que podem verificar, de forma rápida e fácil, os problemas, as solicitações de informações (RFI), as estimativas de custos do projeto ou quaisquer outros dados de construção que requeiram a sua participação;
- Aumentar o engajamento da equipa para a resolução de problemas – a frequente utilização de *dashboards* interativas e adaptadas ao projeto em reuniões é mais vantajosa e produtiva do que a leitura de relatórios, e-mails ou folhas *Excel*, pois a equipa fica mais empenhada em resolver os problemas.

A Figura 2.11 apresenta uma *dashboard* elaborada no *Power BI* com a aplicação *Vcad*, que permite a visualização do modelo BIM. Esta *dashboard* apresenta informações sobre os espaços, o serviço de limpeza e sobre os ocupantes do edifício. Permite ainda a filtragem de informações.

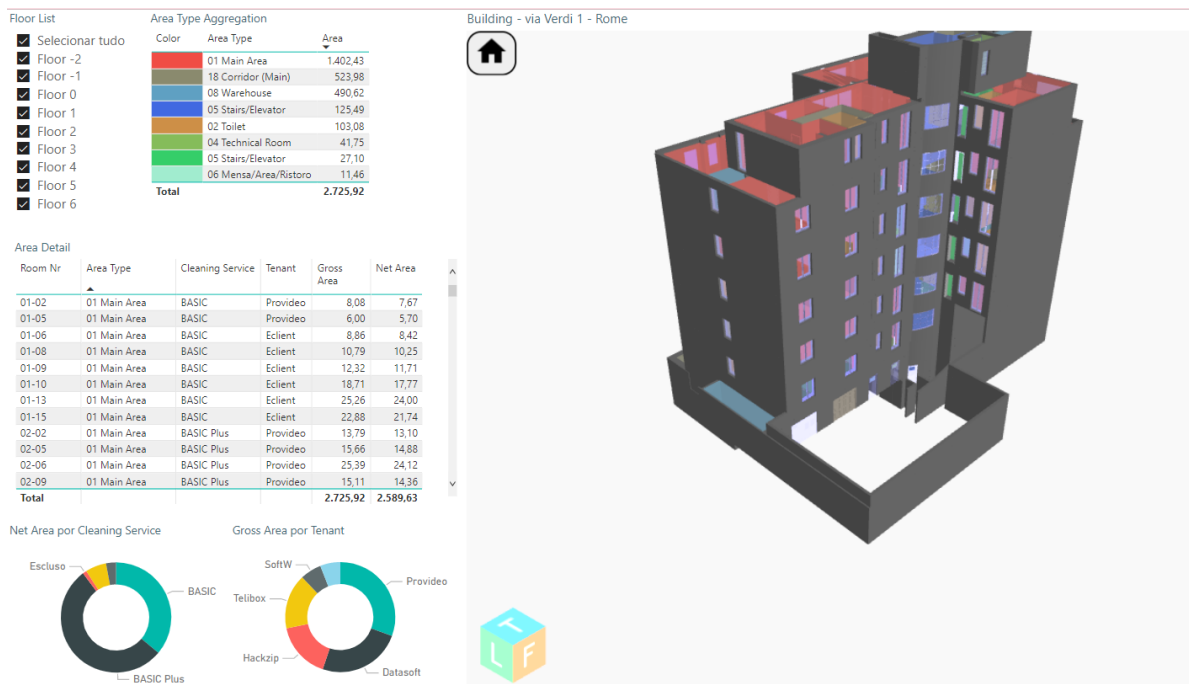


Figura 2.11 – Exemplo de *dashboard* feita no *Power BI* (Fonte: community.powerbi.com/t5/Data-Stories-Gallery/PowerBi-and-Bim-model-data/m-p/696837)

2.6 AUTOMATIZAÇÃO

De acordo com Oke *et al.* (2017), a automatização pode ser definida como um procedimento para a execução automática de várias tarefas recorrendo a máquinas ou computadores, que podem trabalhar de acordo com um programa que regula o seu comportamento. Tem como objetivo melhorar os processos, aumentar a produtividade, reduzir os custos e os desperdícios.

No entanto, é de ressaltar que a automatização desloca, mas não substitui as pessoas e suas habilidades, para o planeamento, a distribuição, a manutenção e o trabalho adicional. (Oke *et al.*, 2017)

Relativamente ao setor AECO, o processo de automatização evoluiu ao longo das décadas desde o desenvolvimento de algoritmos de cálculo automático e de ferramentas de CAD, ao desenvolvimento de modelos de informação, relacionados ao BIM, que permitem a representação mais adequada dos produtos da construção e dos recursos necessários à sua concretização. Assim, estes modelos têm possibilitado a elaboração de aplicações que permitem a partilha de dados entre os intervenientes do processo construtivo e a automatização das atividades que estes realizam. (Martins, 2012)

Uma das vantagens que a metodologia BIM introduz é que as suas ferramentas constituem um banco de dados onde ficam registadas as informações paramétricas dos elementos do modelo. Segundo Sena (2019), estes dados estão disponíveis para processamento, para serem analisados e modificados.

Há duas maneiras para aceder a estas informações: através de aplicações externas ou por meio da criação de aplicações dentro dos *softwares*. Elas podem ser acedidas e manipuladas, por exemplo, através de linguagens de programação, de forma a criar algoritmos capazes de otimizar tarefas, criar geometrias, alterar parâmetros, identificar inconsistências ou inserir elementos. (Sena, 2019)

Os conceitos computacionais para a manipulação de dados BIM dão aos utilizadores destes sistemas a possibilidade de tornar seus processos mais produtivos e eficientes, usando recursos de automatização. (Sena, 2019)

Atualmente já existem ferramentas BIM que permitem a automatização do desenvolvimento de peças desenhadas e escritas de projeto, a deteção de erros em projetos, a avaliação da conformidade regulamentar de projetos, etc. (Martins, 2012)

Um dos objetivos deste trabalho é a automatização da classificação de elementos no modelo e da realização de medições de quantidades de trabalho, com o intuito de melhorar a gestão da informação e o fluxo de trabalho em BIM, pelo que serão descritas algumas ferramentas voltadas para este feito.

2.6.1 Ferramentas de Apoio à Classificação da Informação

Uma das principais ferramentas de apoio à classificação utilizada no *software Revit* é o *BIM Interoperability Tools*, que é um conjunto de complementos gratuitos desenvolvidos para oferecer suporte a fluxos de trabalhos orientados a dados, que aproveita o banco de dados do modelo criado. Conforme a Figura 2.12, contém cinco ferramentas: *Equipment Data*, *Spatial Data*, *Classification Manager*, *Model Checker and Configurator* e *COBie Extension*.

A ferramenta *Classification Manager* possibilita a classificação de qualquer elemento do *Revit* a partir de sistemas de classificação de uma base de dados qualquer ou de sistemas conhecidos, como o *Uniclass 2015* ou o *Uniformat*, por exemplo.

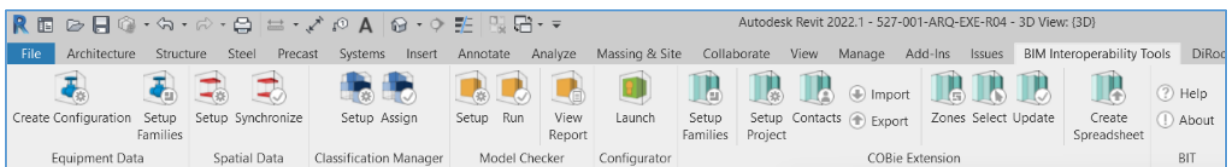


Figura 2.12 – BIM Interoperability Tools for Revit

Outra possibilidade para automatizar a classificação é utilizar um *software* baseado em linguagem de programação visual. Esta linguagem fornece uma interface gráfica (ou visual) para construir relacionamentos ao conectar nós para criar um algoritmo, assim é possível criar *scripts* ou rotinas. Dois exemplos de ferramentas baseadas em linguagem de programação visual é o *Dynamo* e o *Grasshopper*.

Neste trabalho foi utilizado o *Dynamo* para a elaboração de rotinas, que é parte inerente do *Revit*, sendo possível acedê-lo através do separador “*Manage*”. A Figura 2.13 exemplifica uma rotina, ilustrando os grupos de nós coloridos e as suas relações, que normalmente segue três processos básicos: entradas; funções e operações; saídas. (Roberti e Ferreira, 2021)

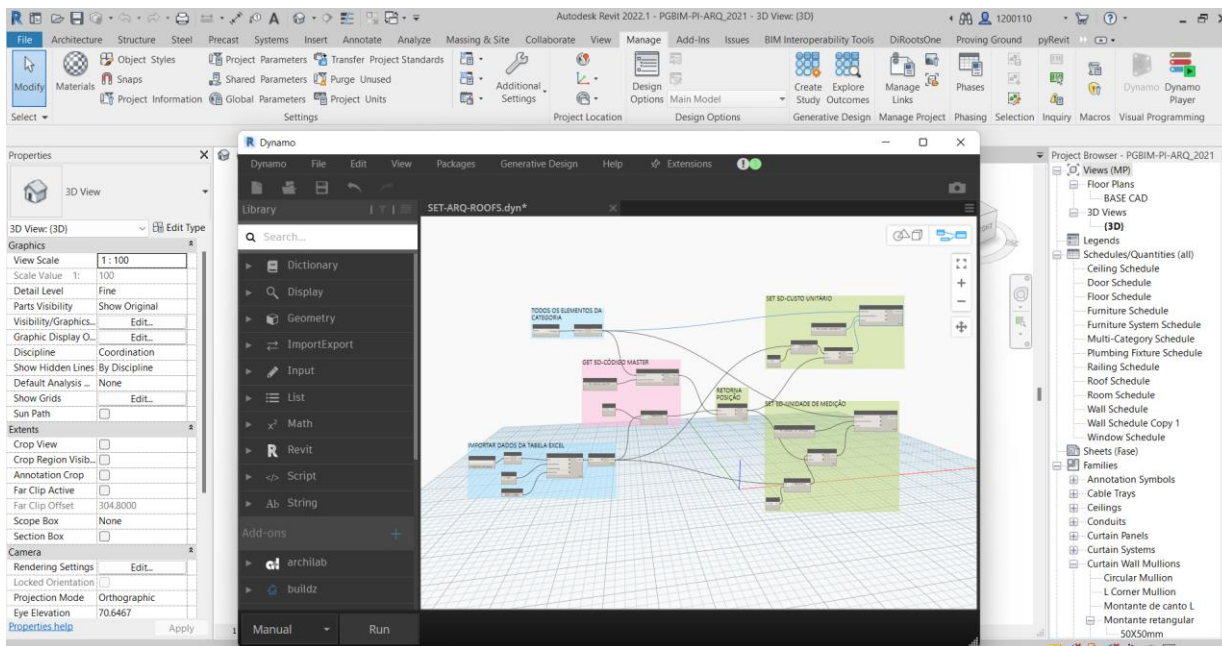


Figura 2.13 – Exemplo de rotina feita no *Dynamo*

Esta ferramenta permite gerar, e manipular geometrias complexas, assim como dados. A Figura 2.14 ilustra um esquema com os dois focos do *Dynamo*, sua interseção e algumas rotinas que podem ser úteis. (Pellegrino *et al.*, 2021)

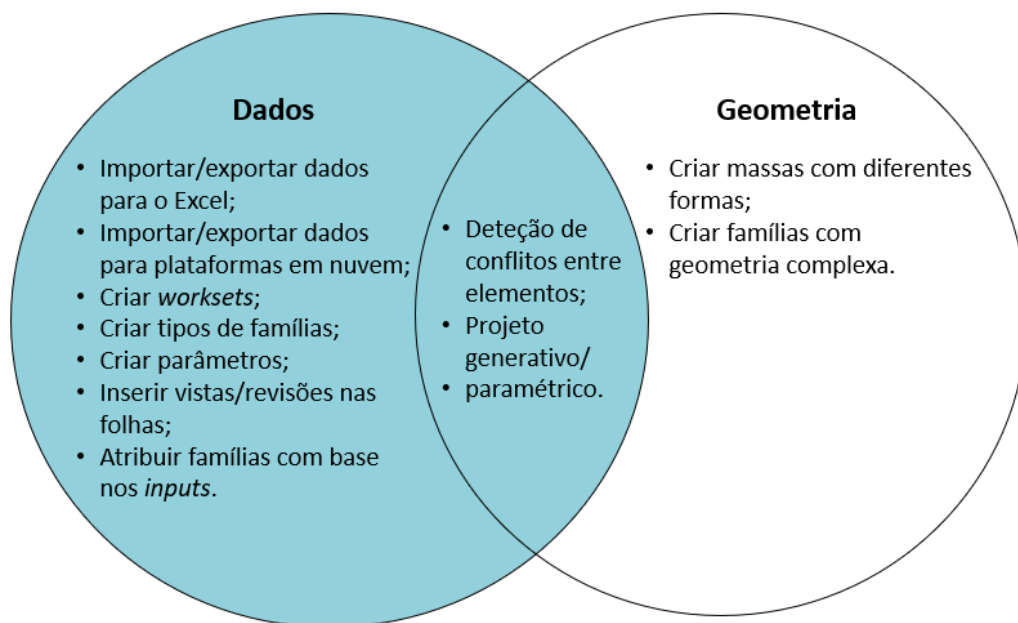


Figura 2.14 – Possibilidades oferecidas pelo *Dynamo* (Adaptado de Pellegrino *et al.*, 2021)

Cada vez mais, este *software* vem sendo adotado pelas empresas, atingindo uma massa crítica entre os profissionais ligados ao projeto. Ele permite fluxos de trabalhos melhores em termos de velocidade e qualidade e aumenta a produtividade, possibilitando a automatização de tarefas repetitivas. (Wintour, 2019)

CAPÍTULO 3

SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Devido à complexidade do universo da construção, as atividades realizadas ao longo do ciclo de vida de qualquer instalação geram uma vasta quantidade de dados que precisam ser armazenados, recuperados, comunicados, utilizados e partilhados entre os intervenientes, através de diversos sistemas e aplicações. (Autodesk, 2017)

Além da quantidade de informação gerada, é difícil haver uma normalização da linguagem, pois cada empresa define seus próprios códigos de referência e são utilizados diferentes termos para um mesmo produto ou serviço. Por isso, com o crescente comércio internacional de produtos da construção e com a contratação de serviços em diferentes lugares do mundo, há a necessidade da padronização e organização da informação. (Autodesk, 2017)

Os desenvolvimentos contínuos em *Smart Building Technologies*, em BIM e nas práticas construtivas não só aumentaram a quantidade e detalhes dos dados gerados e partilhados, mas também aumentaram as expectativas sobre seu uso e o valor como ativo. Isto e a subsequente dependência da indústria AECO sobre estes dados requerem um padrão organizacional para abordar todo o seu âmbito, como um sistema de classificação da informação da construção (CICS). (Autodesk, 2017)

3.2 PRINCIPAIS CONCEITOS

Neste subcapítulo serão apresentados os principais conceitos relacionados com os sistemas de classificação: o que são, por que são importantes, como são estruturados e quais são os tipos de relações utilizados. É fundamental perceber estes conceitos para que seja possível perceber como funcionam os sistemas de classificação existentes e os motivos pelos quais são importantes para a metodologia BIM.

3.2.1 Definição e Importância

Um sistema de classificação é uma coleção sistematizada de classes que agrupam objetos com características semelhantes a partir de um conjunto de regras. É utilizado para facilitar o controlo e a interpretação de objetos ao organizar o conhecimento de uma área e providenciar a informação necessária para caracterizá-los sem haver qualquer ambiguidade. Para este propósito, os sistemas precisam ser cuidadosamente elaborados para evitar estruturas que não providenciam a informação desejada ou estruturas que sejam muito complexas, o que pode confundir os utilizadores. (ISO 22274:2013)

Para Jackson (2020), este processo trata-se essencialmente de como organizar o conhecimento e conseguir recuperar informações importantes. É, portanto, como uma linguagem comum, em código, que tem como objetivo minimizar as perdas decorrentes de partilhas, evitar erros de interpretação, facilitar a análise de dados e a interoperabilidade entre os diferentes sistemas informatizados, melhorando a comunicação e a colaboração entre as partes. (ABDI, 2017)

Segundo Jackson (2020), há muitas razões para classificar informações. Atualmente, quaisquer ferramentas que são usadas devem apoiar e aprimorar a capacidade de um gestor de ativos de:

- Recolher dados de forma eficaz e eficiente, atendendo aos requisitos gerais de informações para cada fase do ciclo de vida de um ativo e identificando-os de maneira consistente;
- Gerir essas informações, relacionando-as, controlando as mudanças e permitindo uma análise de ativos cruzados;
- Recuperar e reportar essas informações de forma coerente e que permita a um gestor ter maior conhecimento sobre seus ativos;
- Possibilitar a tomada de decisões acertadas.

No âmbito da metodologia BIM, os sistemas de classificação têm um papel importante para que a informação gerada pelas fases de projeto e da construção seja organizada, estruturada e partilhada entre pessoas, máquinas e *softwares*, o que é essencial para o uso eficiente de modelos BIM ao longo do ciclo de vida das edificações. (Lima *et al.*, 2021)

Ainda neste âmbito, uma vantagem da classificação é o facto de poder ser utilizada para questionar modelos BIM. Delany (2017) dá o seguinte exemplo: um projetista está interessado em verificar se a largura da abertura livre de cada porta do modelo está de acordo com os requisitos regulamentares. Através de um sistema de classificação, todas as portas do modelo podem ser classificadas com um determinado código da tabela de sistemas de portas. Assim, os dados podem ser pesquisados por instâncias deste código para produzir uma listagem de todos os objetos classificados como portas. Uma

vez que todas as portas tenham sido identificadas, um *software* pode interrogar as propriedades dos objetos para determinar a largura de abertura livre de cada porta.

3.2.2 Princípios da Estrutura

De acordo com a ISO 22274:2013, os sistemas de informação podem seguir três princípios de abordagem de estrutura: enumerativa, facetada ou uma combinação destas.

Uma abordagem enumerativa trata-se de uma classificação feita de cima para baixo, que visa listar todas as classes possíveis dentro de sua área de aplicação e são frequentemente representadas utilizando hierarquias ou formas de árvore. (Jackson, 2020)

A Figura 3.1 apresenta dois exemplos de classificação hierárquica: um para a classe de elemento e outro para a classe de isolamento. Cada subclasse forma o ramo inferior da estrutura hierárquica e herda as características da superclasse acima. (Jackson, 2020)

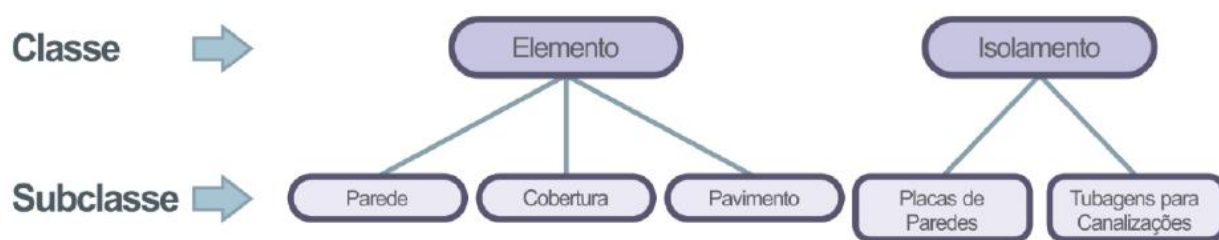


Figura 3.1 – Exemplo de estrutura hierárquica (Lima *et al.*, 2021)

Uma abordagem facetada é uma classificação de baixo para cima que reconhece que os assuntos podem ser divididos em aspectos diferentes que podem ser entendidos como facetadas. Assim, um objeto pode ser classificado por qualquer combinação das classes de facetadas. Por exemplo, um consultor de custos pode estar interessado em classificar objetos como materiais, quantidades e medidas. Cada um deles representa uma faceta de classificação de um mesmo assunto. (Jackson, 2020)

A Figura 3.2 exemplifica a classificação facetada de uma janela, que pode ser classificada conforme seu tipo, o tipo de abertura, o tipo de material ou conforme o valor da transmitância.

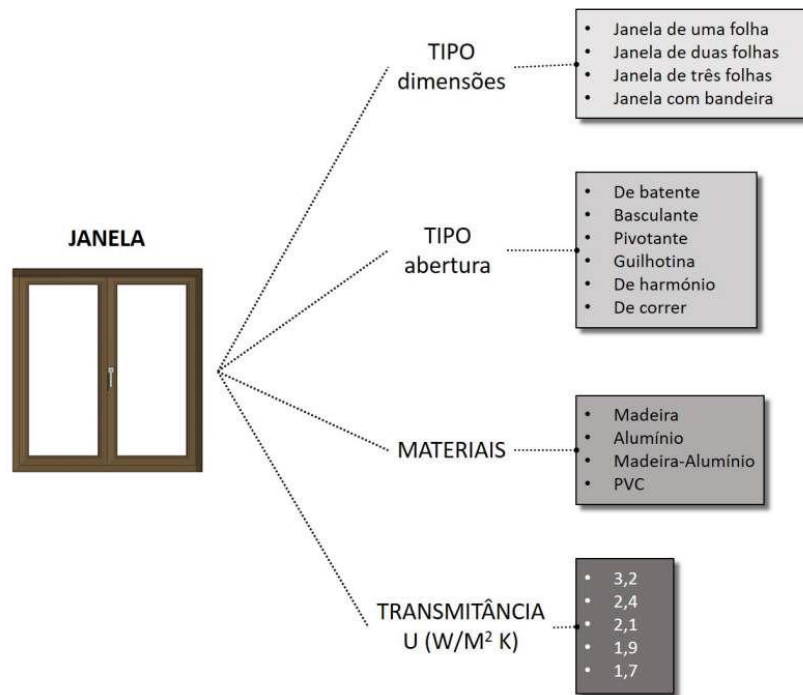


Figura 3.2 – Exemplo de classificação facetada (Fonte: biblus.accasoftware.com/ptb/ifc-e-sistemas-de-classificacao-na-construcao/)

3.2.3 Tipos de Relações de uma Estrutura Hierárquica

As relações recorrentes de uma estrutura hierárquica podem ser: “tipo de”, “parte de” ou uma combinação destas.

Uma estrutura hierarquicamente organizada, onde há uma relação “tipo de”, representa uma subdivisão organizada, que vai do caso geral ao caso mais particular, onde as classes mais específicas (subordinadas) são tipos de classes mais gerais (subordinantes). (Lima *et al.*, 2021). A Figura 3.1 apresentada acima é um exemplo desta estrutura.

Em contrapartida, numa estrutura hierarquicamente composta, onde há uma relação “parte de”, as classes subordinadas caracterizam-se por elementos que fazem parte da classe subordinante. Esta estrutura reúne sistemas que funcionam de forma relacionada e integrada, de modo que estas relações possam ser monitorizadas com o intuito de garantir a correta operação destes sistemas. (Lima *et al.*, 2021)

Desse modo, um sistema de classificação permite combinar estes dois tipos de estruturas, tanto por sistemas da construção, como por hierarquia de elementos, materiais ou serviços. (ABDI, 2017)

A Figura 3.3 apresenta um exemplo da combinação destas duas estruturas para o sistema de parede. Para exemplificar estas relações, “Janelas de madeira” é um tipo de “Janelas” (estrutura hierarquicamente organizada) que é parte de “Sistemas de Parede” (estrutura hierarquicamente composta).

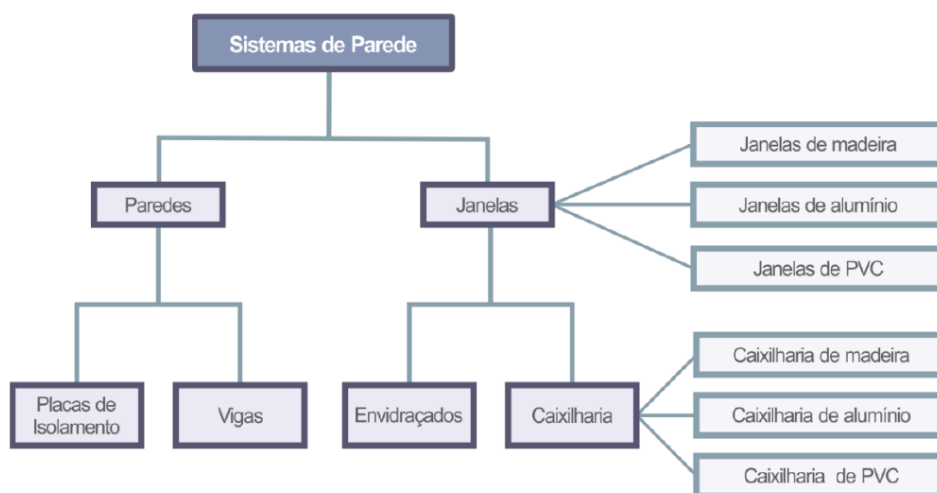


Figura 3.3 – Exemplo de estrutura hierarquicamente organizada e composta (Lima *et al.*, 2021)

3.3 NORMAS ISO

Há diversas normas produzidas pela ISO relacionadas com os sistemas de classificação. As normas mais importantes estão listadas no Quadro 3.1 abaixo.

Quadro 3.1 – Principais normas ISO para os sistemas de classificação (Adaptado de Jackson, 2020)

Norma	Publicado por	Descrição
ISO 12006-2:2015 Building construction – Organization of information about construction works - Part 2: Framework for classification	ISO	Define uma estrutura para os sistemas de classificação do setor da construção e identifica um conjunto recomendado de tabelas de classificação e seus títulos para uma variedade de objetos. Inclui o ciclo de vida completo e os princípios básicos da metodologia BIM.
ISO 12006-3:2007 Building construction – Organization of information about construction works - Part 3: Framework for object orientated information	ISO	Especifica um modelo de informação que pode ser utilizado para desenvolver dicionários com o objetivo de armazenar a informação sobre os trabalhos da construção. Permite que os sistemas de classificação, os modelos de informação, os modelos de objetos e os modelos de processos sejam referenciados a partir de uma estrutura comum.
ISO 22274:2013 Systems to manage terminology, knowledge and content – Concept-related aspects for developing and internationalizing classification systems.	ISO	Estabelece princípios e requisitos básicos para garantir que os sistemas de classificação sejam adequados para a aplicação mundial e fornece orientações sobre o conteúdo da informação, os princípios de terminologias e os requisitos para a internacionalização. É referida na 12006-2 para elucidar a estrutura da classificação.
IEC 81346-2:2019 Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and referencing designations Part 2: Classification of objects and codes for classes	ISO/IEC	Estabelece os esquemas de classificação com classes de objetos definidas e seus códigos de letras associados, e destina-se principalmente ao uso em designações de referência e para designação de tipos genéricos. Os esquemas de classificação são aplicáveis para objetos em todas as disciplinas técnicas e todos os ramos da indústria. É uma publicação horizontal destinada ao uso por comités técnicos na preparação de publicações relacionadas a designações de referência de acordo com os princípios estabelecidos no Guia IEC 108.

Será descrita de forma mais pormenorizada a norma ISO 12006-2 pela sua importância ao definir conceitos bases para a estruturação de um sistema de classificação e por ser utilizada como base pela maioria dos CICS existentes. Também será descrita a ISO/IEC 81346, resultado da cooperação entre a ISO e a IEC, por ter como objetivo estabelecer um novo método internacional e transversal, que tem sido utilizado pelos CICS mais recentes.

3.3.1 ISO 12006-2

A norma ISO 12006-2 apresenta uma estrutura geral para os sistemas de classificação da construção e tem como objetivo uniformizar a classificação e a troca de informação.

A Figura 3.4 apresenta a forma como as classes se relacionam segundo esta norma. É possível perceber que ela parte de uma visão de que um processo da construção utiliza recursos para obter um determinado resultado. (ABDI, 2017)

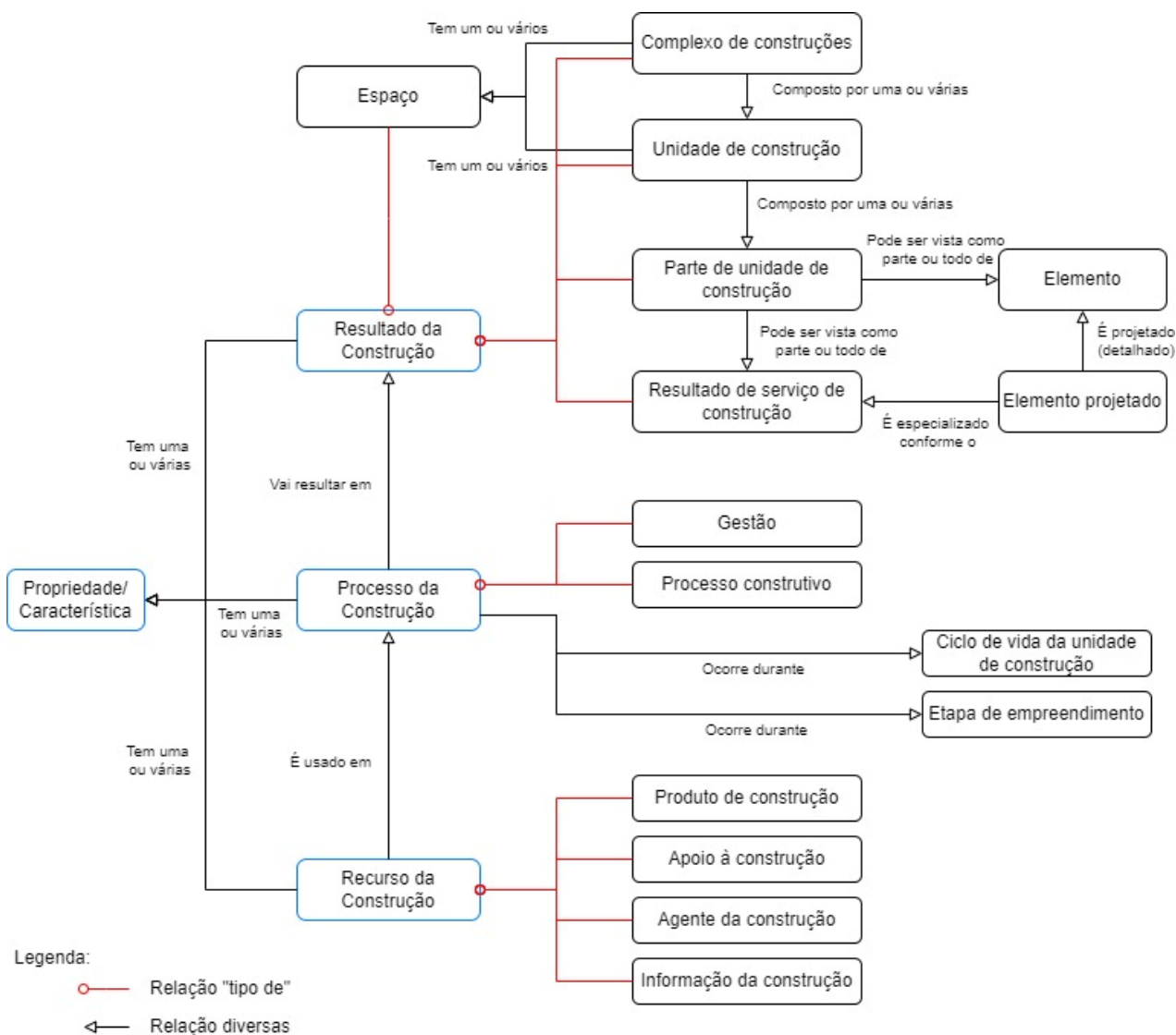


Figura 3.4 – Esquema das classes e seu relacionamento (Adaptado de ISO 12006-2)

O Quadro 3.2 apresenta os princípios que se aplicam a cada classe para gerar as tabelas de classificação recomendadas. Cada classe listada pode ser dividida em subclasses por um princípio de especialização, resultando numa tabela de classificação. (ISO 12006-2:2010)

A primeira leitura da recomendação proposta pela ISO 12006-2 é de tabelas hierarquizadas de cada classe, aprofundando o nível de descrição à medida que se avança em sua hierarquia, o que representa relações “tipo de”, mas também é possível a utilização de relações de “parte de”, com o cruzamento de tabelas. (ABDI, 2017)

Quadro 3.2 – Princípios de especialização aplicados às classes (Adaptado de ISO 12006-2:2010)

Âmbito	Classes	Princípio de especialização	Tabela de referência
Resultado da construção	Unidade de construção	Forma	Unidades de construção
		Atividade ou função de usuário	Objetos construídos / Instalações
	Complexo de construções	Atividade ou função de usuário	Complexos construídos / Instalações
	Espaço	Grau de fechamento	Espaços
		Atividade ou função de usuário	Espaços, Instalações
	Parte de unidade de construção	Classificada pelas tabelas relacionadas de elementos, elementos projetados e resultados de serviço de construção	Elementos / Elementos Projetados / Resultados de serviços de construção
	Elemento	Função característica predominante da unidade de construção	Elementos
	Elemento projetado	Elemento por tipo de serviço	Elementos projetados
Resultado de serviço de construção	Tipo de serviço	Resultados de serviços de construção	
Processo da construção	Processo de gestão	Tipo de processo	Processos de gestão
	Processo construtivo	Classificado por tabela relacionada de resultados de serviços de construção	Resultados de serviços de construção
	Etapa do ciclo de vida de unidade de construção	Caráter geral dos processos durante a etapa	Etapas do ciclo de vida de unidades de construção
	Etapa de empreendimento	Caráter geral dos processos durante a etapa	Estágios do empreendimento
Recurso da construção	Produto de construção	Função	Produtos para a construção
	Apoio à construção	Função	Apoios à construção
	Agente da construção	Disciplina	Agentes de construção
	Informação da construção	Tipo de mídia	Informações da construção
Propriedade / característica	Propriedade/característica	Tipo	Propriedades e características

Um CICS baseado nesta norma permite múltiplas formas de relacionamento entre as classes, como uma classificação facetada, de forma a atender às diferentes necessidades ao longo do ciclo de vida de um projeto. A definição precisa de um objeto é a combinação de diversas classes. (ABDI, 2017)

3.3.2 ISO/IEC 81346

A série de normas ISO/IEC 81346 estabelecem princípios gerais para a estruturação de sistemas que permitem tratar de forma eficiente uma grande quantidade de informações de uma instalação complexa. Dizem respeito à designação de objetos técnicos, que são reconhecidos maioritariamente como sistemas, em estruturas de uma forma bem definida, e utiliza relações para lidar com a complexidade. (Balslev, 2016)

Deste modo, fornecem regras e orientações para a formulação de designações de referência (RD) inequívocas para objetos em qualquer sistema de designação de referência (RDS). Um RD é um código ou um “endereço”, desenvolvido para identificar os sistemas e seus elementos através de uma combinação de relações bem definidas (“parte de” e “tipo de”) e diferentes aspetos (função, produto, localização e tipo). Indica onde no sistema de designação de referência (RDS) um determinado objeto pertence, de modo que qualquer objeto de interesse possa ser recuperado. (Balslev, 2016)

Balslev (2016) aponta que um mecanismo importante do RDS é o que lida com estruturas de sistema flexíveis por múltiplos aspetos, designados por “estruturas semelhantes a árvores” na ISO/IEC 81346. Isto significa que a saída RD não tem um formato fixo, mas deve ser percebida como uma navegação ilimitada nas estruturas do sistema.

O RD é um *tag* (código), mas um *tag* não é necessariamente um RD. A principal diferença entre qualquer *tag* aleatório e um RD é que o segundo, por padrão, determina os tipos de sistema e as relações dos elementos, enquanto o primeiro geralmente possui uma notação fixa, o que pode levar a limitações no projeto das estruturas do sistema. (Balslev, 2016)

O RDS pode ser aplicado numa variada gama de indústrias e pode estabelecer uma ligação entre vários modelos do sistema que são projetados por diversos intervenientes. Assim, cria-se uma linguagem comum entre estes e os sistemas informáticos. (Balslev, 2016)

De acordo com Balslev (2016), um RDS consiste em:

- Estrutura de um simples nível ou múltiplos níveis – é usada para estruturar objetos (sistemas) com base nas relações de “parte de”;
- Estruturas de um ou mais aspetos – são utilizadas para clarificar o conteúdo da estrutura, organizando a informação com base em aspetos específicos de um sistema de relação “parte de”. Estes aspetos podem ser: %, -, +, =, #;
- Classes em forma de códigos de letras – são usadas para reconhecer a classe de objeto e para identificar objetos com propriedades semelhantes (relação “tipo de”);
- Números – são utilizados para distinguir os objetos um dos outros.

Portanto, o RDS e a RD combinam a estrutura de simples nível ou múltiplos níveis, com pelo menos um aspeto, geralmente com um código de letras e por fim, números. Uma RD (Figura 3.5) é lida da direita para a esquerda, sendo a parte mais à direita relativa ao objeto de interesse designado.

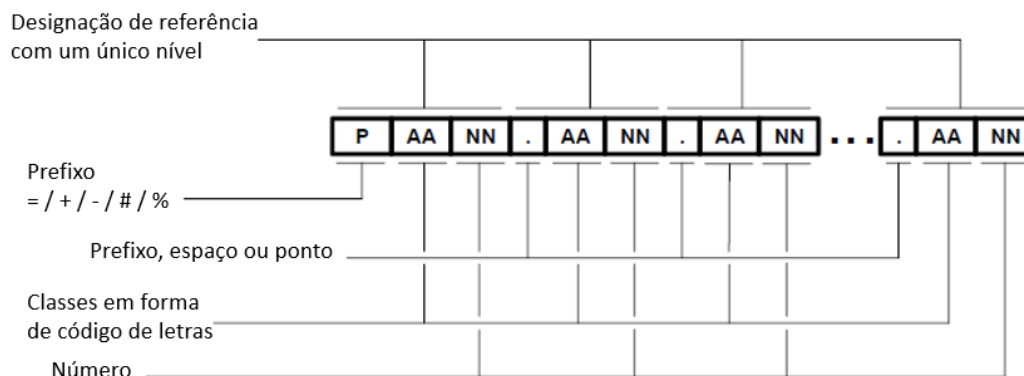


Figura 3.5 – Sintaxe da designação de referência segundo a ISO/IEC 81346 (Adaptado de Balslev, 2016)

3.4 SISTEMAS INTERNACIONAIS DE CLASSIFICAÇÃO

Atualmente no setor AECO observa-se uma crescente tendência de desenvolvimento e adoção de sistemas de classificação. Diversos países já desenvolveram e adotaram um CICS enquanto outros têm realizado esforços para desenvolvê-los. O Quadro 3.3 representa os sistemas de classificação internacionais mais conhecidos e o respetivo país de origem.

Quadro 3.3 – Principais sistemas internacionais de classificação da informação

Sistema de Classificação	Região de Origem
<i>CoClass</i>	Suécia
CCS	Dinamarca
<i>Uniclass 2015</i>	Reino Unido
<i>OmniClass</i>	Estados Unidos da América e Canadá
<i>MasterFormat</i>	Estados Unidos da América e Canadá
<i>UniFormat</i>	Estados Unidos da América e Canadá

Um estudo³ desenvolvido em 2018 pela Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Técnica Checa, na República Checa, em associação com a Agência Checa para a Normalização (PS03), inclui dezoito CICS internacionais e faz uma comparação entre eles por meio de um sistema de classificação “ideal” criado, conforme os parâmetros e critérios estabelecidos. (Lima *et al.*, 2021)

O *CoClass*, o *CCS* e o *Uniclass* são os sistemas mais bem avaliados por este estudo, indicando que estão mais próximos do CICS idealizado. Já o *OmniClass*, o *UniFormat* e o *MasterFormat* não são muito bem avaliados, mas são conhecidos pela sua predominância na América do Norte e por influenciar outros sistemas pelo mundo. (Lima *et al.*, 2021)

Segundo Lima *et al.* (2021), os sistemas de classificação mais conhecidos e mais antigos, o *Uniclass*, o *OmniClass*, o *UniFormat* e o *MasterFormat*, baseiam-se no princípio de um CICS clássico ou tradicional, em que os elementos são classificados conforme o código atribuído pela tabela adequada. Outra razão para que o *Uniclass* e o *OmniClass* sejam considerados sistemas tradicionais é o facto de apenas serem baseados na norma ISO 12006-2. Como estes sistemas representam uma abordagem mais estabelecida para classificação, são os mais reconhecidos pelo setor AECO.

Embora o *CoClass* e o *CCS* possuam tabelas alinhadas à ISO 12006-2, eles divergem destes sistemas ao incorporar princípios derivados da ISO/IEC 81346. Por isso, são considerados sistemas mais modernos, além de serem, mesmo, os mais recentes.

As tabelas dos sistemas de classificação tradicionais organizam classes de itens numa ordem hierárquica de especialização: os tipos são subdivididos em subtipos segundo determinados aspetos. Na prática, pode ser difícil selecionar um único aspeto ou princípio de especialização, que pode ser aplicada de forma consistente a todos os itens. As classes de portas, por exemplo, podem ser subdivididas por modo de operação, material, forma de construção, etc. Os muitos subtipos e permutações que precisam ser identificados geralmente resultam em tabelas longas e complexas. A consistência dentro e entre tabelas também é difícil de se alcançar. (ICIS, 2018)

Os sistemas baseados na ISO/IEC 81346 são estruturados de forma diferente, contam com um grupo menor de “Sistemas Funcionais”, “Sistemas Técnicos” e “Componentes” – itens que correspondem aproximadamente aos “Elementos”, “Resultados de Serviços da Construção” e “Produtos para a Construção” da ISO 12006-2 – e são atribuídas diferentes propriedades para diferenciá-los. Quando estes sistemas são implementados, são mais fáceis de entender. Por exemplo, uma “porta” é sempre designada como uma porta, mas os subtipos são definidos pelas suas propriedades. A vantagem nesta definição é que a notação inicial ou raiz permanece inalterada durante todo o ciclo de vida do projeto e os detalhes

³ Estudo disponível em <https://www.koncepcem.cz>.

são adicionados à medida que o item é progressivamente definido ao longo deste processo. Esta abordagem é adequada para processos BIM. (ICIS, 2018)

Durante a utilização de sistemas tradicionais, geralmente é necessário alterar a classificação completamente ao longo da vida do Projeto, pois o item é classificado para diferentes propósitos por cada parte interessada. (ICIS, 2018)

Como foi apresentado no subcapítulo anterior, as notações dos sistemas baseados no RDS descrito na ISO/IEC 81346, como o *CoClass* e o *CCS*, são diferentes em termos de aparência e função, facilitando a leitura destas por máquinas e humanos, e criando códigos inequívocos, particularmente adaptados à operação dos ativos. Contudo, esta filosofia, que pode ser considerada mais avançada, está, no entanto, ainda longe da prática do meio técnico nacional e europeu. (Lima *et al.*, 2021)

3.4.1 Sistemas Internacionais Tradicionais

O Quadro 3.4 apresenta, resumidamente, uma descrição dos principais sistemas tradicionais.

Quadro 3.4 – Sistemas de classificação internacionais tradicionais (Adaptado de Afsari e Eastman, 2016; Lima *et al.*, 2021 e Nunes, 2016)

Sistemas de Classificação	<i>MasterFormat</i>	<i>UniFormat</i>	<i>Uniclass 2015</i>	<i>OmniClass</i>
Região de Origem	América do Norte	América do Norte	Reino Unido	América do Norte
Desenvolvido por	CSI (<i>Construction Specification Institute</i>) e CSC (<i>Construction Specification of Canada</i>).	CSI (<i>Construction Specification Institute</i>) e CSC (<i>Construction Specification of Canada</i>).	NBS (<i>National Building Specification</i>).	CSI (<i>Construction Specification Institute</i>), CSC (<i>Construction Specification of Canada</i>) e AIA (<i>American Institute of Architects</i>).
Estrutura	Prática da indústria e desenvolvimento gradual.	Desenvolvido como norma ASTM E1557 e estruturado através da ISO 12006-2. Leva em consideração opinião profissional.	ISO 12006-2, SfB, CAWS, EPIC (<i>Electronic Product Information Cooperation</i>), CESMM.	ISO 12006-2, ISO 12006-3, <i>MasterFormat</i> , <i>UniFormat</i> , EPIC (<i>Electronic Product Information Cooperation</i>).
Princípio de Organização	Hierárquico	Hierárquico	Facetado	Facetado
Propósito e Propriedades	Organizar manuais de projetos, informação detalhada sobre custos e relacionar especificações com notações de desenhos.	Organizar informações relativas às partes físicas de uma instalação, conhecida como elementos funcionais. Usado principalmente para estimativas de custo.	Organizar informações de todo o ciclo de vida de uma edificação, e a organização de bibliotecas sobre a matéria e a classificação de produtos de construção.	Organizar informações de objetos em diferentes escalas em todo o ambiente construído. É direcionado às ações, pessoas, ferramentas e aos dados que fazem parte de todo o ciclo de vida do Projeto.
Organização	Uma tabela com 2 grupos, 7 subgrupos e 49 divisões, cada uma composta por até 4 níveis.	Uma tabela com 9 categorias, cada uma composta por até 5 níveis.	12 tabelas no total que podem ser usadas individualmente ou em conjunto.	15 tabelas no total, agrupadas em 4 séries, que podem ser usadas individualmente ou em conjunto.

Segundo Nunes (2016), o *MasterFormat* e o *UniFormat* são sistemas hierárquicos norte-americanos que se complementam e os seus autores consideram apropriado alternar entre os dois para classificar elementos de um projeto.

O *MasterFormat* é um sistema de classificação baseado no produto dos trabalhos (materiais e processos) e foi desenvolvido para organizar informação sobre objetivos finais, como custos detalhados e alterações em peças desenhadas. Ultimamente tem sido muito divulgado e muito utilizado na indústria AECO norte-americana tornando-se o sistema de classificação mais usado para organizar requisitos de construção, produtos e atividades. (Nunes, 2016)

Já o *UniFormat* é um sistema muito utilizado na fase de conceção e projeto técnico, pois permite a organização da informação sobre suas questões preliminares. Foi concebido para dar resposta à crescente necessidade do setor AECO de um sistema de classificação que servisse de referência para a descrição, análise económica e gestão dos empreendimentos e estaleiros de obra. (Nunes, 2016)

Ambos os sistemas foram levados em consideração para a estruturação do *OmniClass*. Relativamente a este sistema e ao *Uniclass 2015*, seus princípios estruturais são semelhantes por terem como referência a ISO 12006-2 e pela organização da informação em facetas. Alguns autores sugerem que estes sistemas organizam a informação em facetas e também através de hierarquias nas tabelas.

Como o *Uniclass* passou por mais iterações durante o seu desenvolvimento do que o *OmniClass*, é mais integrado, é mais consistente relativamente à estrutura e ao padrão de organização de tabelas, além de ser atualizado com mais frequência. As tabelas de ambos os sistemas podem ser descarregadas *online* em ficheiros *Excel* e as tabelas do *OmniClass* também estão disponíveis em ficheiros PDF. Além disso, os utilizadores do *Uniclass* tem maior facilidade em solicitar alterações e extensões ao sistema em comparação com o *OmniClass*. (ICIS, 2018)

Ainda, é de salientar que o *OmniClass* não é muito utilizado na Europa, porque sua estrutura foi desenvolvida com base nos sistemas construtivos norte-americanos. (Lima *et al.*, 2021)

O *Uniclass 2015* terá uma descrição mais pormenorizada, porque foi o sistema adotado para o desenvolvimento do presente trabalho.

O *Uniclass (Unified Classification for the Construction Industry)* é um sistema de classificação que foi publicado pela primeira vez em 1997 no Reino Unido. Surgiu a partir da necessidade de atualização do sistema *Construction Index/Samarbetsfommiten for Byggnadsfragor (CI/SfB)*, e sofreu várias atualizações, tendo sido publicadas diversas versões, desde o *Uniclass 2* ao mais recente, *Uniclass 2015*. Esta última versão foi fortemente revista de modo a ser utilizada na construção moderna, promovendo a sua compatibilidade com os processos BIM.

O *Uniclass* 2015 é periodicamente revisto por uma equipa de especialistas, sendo lançadas trimestralmente novas versões das tabelas. Para a atualização deste sistema, são levadas em consideração as opiniões de profissionais da construção, de instituições e de fabricantes, com o intuito de se obter uma melhoria contínua do sistema.

De acordo com Lima *et al.* (2021), o *Uniclass* é desenvolvido pela NBS e é composto por outros sistemas de classificação, como o CAWS, o CESMM3 e o EPIC. Assim, constitui um sistema de classificação unificado, consistente e abrangente a todo o setor AECO do Reino Unido, sendo adequado para toda a indústria, incluindo serviços de infraestrutura, paisagismo e engenharia, em todas as etapas do ciclo de vida de um Projeto. (Delany, 2017)

Como foi cuidadosamente estruturado para estar em concordância com a ISO 12006-2, é colocado como o mais adequado para uso em contexto internacional, o que facilita a sua interoperabilidade com outros sistemas. (Delany, 2017)

Este sistema é composto por doze tabelas que permitem a classificação de itens de qualquer escala, desde um grande empreendimento, como uma ferrovia e até produtos, como uma câmara de vigilância que compõe o respetivo sistema de vigilância. Estas tabelas (Quadro 3.5) podem ser utilizadas para categorizar dados, como custos, instruções, *layers* CAD, etc., ou ainda para preparar especificações e documentos de produção. (Delany, 2017)

Quadro 3.5 – Listagem de tabelas do *Uniclass* 2015

Código	Designação
Co	<i>Complexes</i> (Complexos)
En	<i>Entities</i> (Entidades)
Ac	<i>Activities</i> (Atividades)
SL	<i>Spaces/Locations</i> (Espaços/Locais)
EF	<i>Elements/Functions</i> (Elementos/Funções)
Ss	<i>Systems</i> (Sistemas)
Pr	<i>Products</i> (Produtos)
TE	<i>Tools and Equipaments</i> (Ferramentas e Equipamentos)
PM	<i>Project Management</i> (Gestão de Projeto)
Zz	CAD (Desenho Assistido por Computador)
FI	<i>Form of Information</i> (Formas de Informação)
Ro	<i>Roles</i> (Agentes)

A organização das tabelas é feita de forma hierárquica, isto é, desde a visão mais abrangente até à mais detalhada. As tabelas referidas são representadas pela Figura 3.6 e estão descritas abaixo conforme Delany (2017).

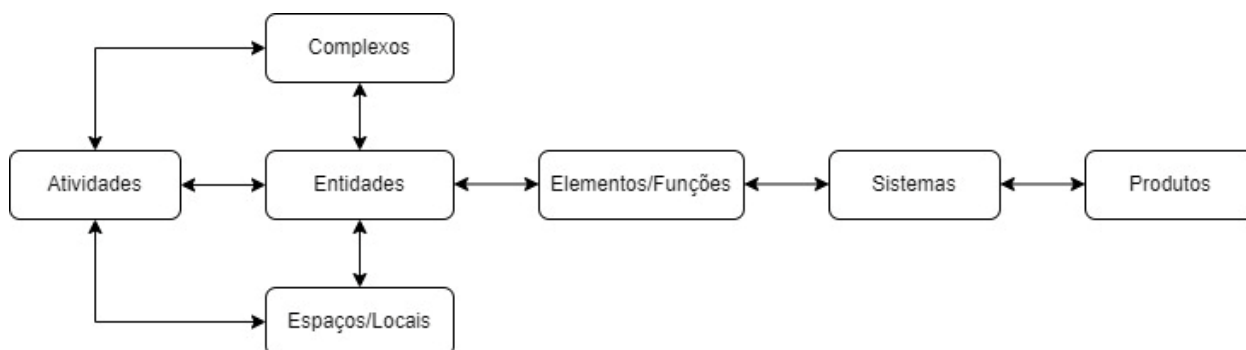


Figura 3.6 – Relações entre tabelas do *Uniclass* 2015 (Adaptado de Delany, 2017)

A tabela [Complexos]⁴ descreve os projetos de forma geral, tais como uma casa privada ou um aeroporto, e pode ser dividida no conjunto das tabelas [Entidades], [Atividades] e [Espaços/Locais].

A tabela [Entidades] descreve os tipos de estrutura, como por exemplo um edifício, uma ponte ou um túnel, e representa a área onde ocorrem diferentes atividades, podendo ser descrita usando as tabelas [Espaços/Locais] e, se necessário, [Atividades]. Os principais componentes arquitetónicos da tabela [Entidades] são [Elementos/Funções].

A tabela [Espaços/Locais] representa espaços para a realização de atividades dentro de um edifício. Por exemplo, a sala de uma escola pode ser utilizada para reuniões, almoços, concertos, etc.

A tabela [Atividades] define quais as atividades que podem ser realizadas num complexo, numa entidade ou num espaço. Por exemplo, num complexo prisional, uma atividade pode ser classificada como uma atividade de detenção, mas também como atividades individuais, tais como comer, dormir ou trabalhar.

A tabela [Elementos/Funções] é composta por elementos e também por funções. Ela descreve os principais elementos de uma estrutura ou de um edifício, como paredes, pisos e cobertura, e os serviços a serem geridos, como drenagem, aquecimento e ventilação. Esta tabela é descrita com mais detalhes por [Sistemas].

A tabela [Sistemas] representa um conjunto de produtos. Por exemplo, um sistema de aquecimento de água quente inclui uma caldeira, tubulação, tanque e radiadores.

A tabela [Produtos] tem como objetivo classificar os produtos individuais utilizados na construção de um sistema, como por exemplo, azulejos num sistema de paredes.


⁴ Os parênteses retos [...] identificam as tabelas do sistema *Uniclass* 2015.

De acordo com Delany (2017) e Lima *et al.* (2021), existem outras tabelas para a gestão do processo BIM:

- [Gestão de Projetos] – define as atividades de gestão de projeto a utilizar ao longo do ciclo de vida de uma construção;
- [Ferramentas e Equipamentos] – define instalações, equipamentos e ferramentas necessário durante o processo de construção e de manutenção;
- [CAD] – relevante para a classificação de *layers* de CAD, a numeração de desenhos, a informação para desenhos, etc;
- [Formas de Informação] – inclui os códigos para classificar um documento de acordo com o tipo de conteúdo e com o formato. Por exemplo, pode ser usada para classificar modelos, desenhos, relatórios, etc;
- [Agentes] – está relacionada com as funções dos intervenientes no processo construtivo, tais como o gestor do projeto, o engenheiro civil, o topógrafo, etc.

A designação dos códigos deste sistema é composta por um código alfanumérico. Por exemplo, o código de um produto, a nível do objeto, pode ser representado como indicado no Quadro 3.6.

Quadro 3.6 – Exemplo de código do *Uniclass* 2015 (Adaptado de Lima *et al.*, 2021)

Exemplo de Código	Composição do Código
<p style="text-align: center;">Pr_15_31_04_20</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Um par de letras referente à tabela, que especifica a categoria de classificação (Produto); • Pares de números referentes ao nível (grupo, subgrupo, seção e objeto); • Sublinhados que são os separadores.

A Figura 3.7 é relativa à reabilitação e à conservação do palácio de Westminster na Inglaterra, e foi apresentada na *Webinar*⁵ “*Uniclass 2015 in practice*” da NBS. A figura apresenta bons exemplos de classificação nas tabelas de [Espaços/Locais] e [Atividades] e ainda [Elementos/Funções], [Sistemas] e [Produtos] para os elementos de parede e janela.

⁵ *Webinar* disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=GWk6PCHxgfc>.



Figura 3.7 – Exemplos de classificação com *Uniclass 2015* (Fonte: *Webinar Uniclass 2015 in practice*)

3.4.2 Sistemas Internacionais Modernos

O CCS e o *CoClass* são sistemas de classificação muito semelhantes por apresentarem estruturas diferentes dos sistemas tradicionais, utilizando como base a ISO/IEC 81346. Jackson (2020) aponta uma diferença entre os dois sistemas que é o facto de o CCS não abranger requisitos de gestão de ativos. Ambos estão disponíveis gratuitamente, mas exigem subscrição paga em determinados casos. Além disso, a documentação de ambos é limitada e carecem de tradução para a língua inglesa.

Segundo Jackson (2020), o CCS (*Cuneco Classification System*) é o sistema de classificação da Dinamarca que foi desenvolvido entre 2011 e 2015. Este sistema resultou do projeto CUNECO, sob responsabilidade da MOLIO, parceiro da *buildingSMART*, e envolveu a Organização Dinamarquesa de Normalização, as Universidades DTU e Aarhus e outras organizações.

O seu objetivo é garantir que os dados digitais possam ser partilhados entre as cadeias produtivas, fases e *softwares*, aumentando a produtividade da construção. É baseado nos princípios estabelecidos na norma ISO/IEC 81346 para classificação e a sua estrutura é baseada na ISO 12006-2, mas também utiliza diversas normas internacionais em sua base. (Lima *et al.*, 2021)

O *CoClass* foi desenvolvido na Suécia entre 2017 e 2018 pela *Trafikverket* e outras instituições, de acordo com Jackson (2020), e é copropriedade de algumas empresas e associações da Suécia, Noruega e Dinamarca. Trata-se de um sistema complexo, composto por várias tabelas, que contêm categorias, e seguem um padrão hierarquizado. Foi desenvolvido com base na ISO/IEC 81346 e as tabelas são

estruturadas com base na ISO 12006-2, tendo sido projetado para a digitalização da indústria da construção. (Lima *et al.*, 2021)

No contexto europeu, recentemente, está em desenvolvimento um sistema internacional comum com a colaboração de diversos países do norte da Europa, como República Checa, Estónia, Suécia, Finlândia, Dinamarca e Noruega. O CCI (*Construction Classification System*) é relevante por considerar parâmetros de sistemas e normativas mais modernos, sendo o elemento comum entre as normas ISO, os sistemas *CoClass* e *CCS*, possuindo uma maior abrangência de classificação. (Lima *et al.*, 2021)

3.5 SISTEMAS NACIONAIS DE CLASSIFICAÇÃO

Em Portugal, existem diversos sistemas (Quadro 3.7) cujo âmbito não é exclusivo ao setor AECO, sendo o ProNIC o sistema mais bem-adaptado para a gestão da informação na construção. No entanto, todos estes sistemas não seguem a ISO 12006-2 e possuem um princípio de organização hierárquico, o que é uma abordagem inadequada para metodologias de trabalho BIM.

Quadro 3.7 – Sistemas nacionais de classificação (Adaptado de Nunes, 2016)

Sistema de Classificação		Entidade Responsável
Classificação Portuguesa das Atividades Económicas	CAE-Rev.3	Instituto Nacional de Estatística
Vocabulário Comum dos Contratos Públicos	CPV	Comissão Europeia
Classificação Portuguesa das Construções	CC-PT	Instituto Nacional de Estatística
Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção	ProNIC	Instituto dos Mercados Públicos, do Mobiliário e da Construção

Devido à evidente necessidade de um CICS nacional adequado para processos BIM, recentemente começou a ser desenvolvido em Portugal o sistema *SECClasS* que serve para a gestão destes processos e também é orientado à sustentabilidade, tendo como objetivo facilitar a Economia Circular na Construção. Estes dois sistemas, que são essenciais para o setor AECO nacional, serão descritos nos subcapítulos subsequentes.

3.5.1 ProNIC

Iniciativa do Estado Português, o projeto ProNIC (Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção) foi aprovado em 2005 e foi desenvolvido por um consórcio formado pelo Instituto da Construção (IC-FEUP), pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e pelo Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto (INESC-Porto).

De acordo com Nunes (2016), seu principal objetivo é servir de referência para os trabalhos de construção de um edifício ou infraestrutura ao definir de forma clara e objetiva o papel de todos os intervenientes no processo construtivo.

O ProNIC é constituído por uma base de dados que contém especificações técnicas referentes aos trabalhos de construção e aos materiais de construção, incorporando também cenários de custos para estes trabalhos. Permite fazer a gestão de todo o ciclo de vida do empreendimento por meio de um conjunto de indicadores de monitorização de obra e visa uma estrutura normalizada, sistematizada e integrada de conteúdos técnicos, suportados por uma ferramenta informática. (Consórcio ProNIC, 2012)

A base de dados do ProNIC permite gerar articulados para criação de mapas de trabalhos e quantidades, fichas de execução de trabalhos e fichas de materiais. Permite ainda produzir autos de medição, produzir condições técnicas gerais de Caderno de Encargos, gerir a tramitação concursal, entre outros. (Consórcio ProNIC, 2012)

O âmbito abrangido pelo ProNIC contempla duas grandes áreas da construção: Edifícios em Geral (Quadro 3.8), em que são tratadas as áreas da Construção Nova e da Reabilitação, e Infraestruturas Rodoviárias (Quadro 3.9).

Quadro 3.8 – Listagem de capítulos de Edifícios em Geral do ProNIC

ProNIC – Capítulos de Edifícios em Geral	
1 - Estaleiro	14 - Elementos de Carpintaria
2 - Trabalhos Preparatórios	15 - Elementos de Serralharia
3 - Demolições	16 - Elementos de Materiais Plásticos
4 - Movimentos de Terra	17 - Isolamentos e Impermeabilizações
5 - Arranjos Exteriores	18 - Revestimentos e Acabamentos
6 - Fundações e Obras de Contenção	19 - Vidros e Preenchimentos
7 - Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado	20 - Pinturas e Envernizamentos
8 - Estruturas Metálicas	21 - Instalações e Equipamentos de Águas
9 - Estruturas de Madeira	22 - Instalações e Equipamentos Mecânicos
10 - Estruturas de Alvenaria e Cantaria	23 - Instalações e Equipamentos Eléctricos
11 - Estruturas Mistas	24 - Ascensores, Monta-Cargas, Escadas Mecânicas e Tapetes Rolantes
12 - Paredes	25 - Equipamento Fixo e Móvel
13 - Elementos de Cantaria	26 - Diversos

Quadro 3.9 – Listagem de capítulos de Infraestruturas Rodoviárias do ProNIC

ProNIC – Capítulos de Infraestruturas Rodoviárias	
1 - Terraplanagem	6 - Obras de Arte Integradas
2 - Drenagem	7 - Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado
3 - Pavimentação	8 - Estruturas Metálicas
4 - Obras Acessórias	9 - Estruturas de Madeira
5 - Equipamentos de Sinalização e Segurança	10 - Diversos

3.5.2 SECCLas

O *SECCLas* (*Sustainability Enhanced Construction Classification System*) está a ser desenvolvido em Portugal sob a coordenação do centro de investigação ISTAR, do Instituto Universitário de Lisboa (Iscte), tendo como parceiros o LNEC, a Universidade do Minho e os ateliers de arquitetura A-Lab e Marta Campos Arquitetura, por meio do financiamento do Mecanismo Financeiro plurianual, designado por *EEA Grants*.

Inicialmente, o projeto *SECCLas* analisou o estudo mencionado no subcapítulo 3.4 desenvolvido pela Universidade Técnica Checa e outros documentos, além de ter estudado alguns sistemas internacionais, como o *Uniclass 2015*, o *OmniClass*, o *CoClass* e o *CCS*. Além disso, o projeto também contactou algumas entidades como a NBS e o Ministério da Economia e Comunicações da Estónia. (Mendez *et al.*, 2022)

Por fim, concluiu-se que o *Uniclass 2015* era o sistema mais adequado como base do CICS para Portugal por várias razões, incluindo o facto de haver licença aberta, a autorização para a sua tradução e adaptação, a adequação à metodologia BIM, a implementação em bibliotecas de objetos e o facto de ser usado atualmente por algumas organizações no país. (Mendez *et al.*, 2022)

Desde então, o *Uniclass* está a ser traduzido e adaptado à realidade portuguesa, e estão a ser desenvolvidas regras para objetos BIM orientadas à análise de sustentabilidade. Durante o processo de tradução, os títulos das tabelas foram traduzidos, mas não as abreviaturas, mantendo a interoperabilidade com o sistema original. (Mendez *et al.*, 2022)

Este CICS irá suportar a utilização da metodologia BIM, bem como as medições, orçamentação, planeamento, compatibilização de especialidades (*clash detection*) e os conflitos em obra. Também irá possibilitar a tomada de decisão de projeto e sensibilizar para a escolha de materiais, e componentes sustentáveis. (Lima *et al.*, 2021)

O *SECCLas* visa unificar a terminologia, facilitando a comunicação, facilitar a Economia Circular na Construção, a seleção de materiais e componentes, bem como avaliar os impactos nos edifícios ao longo do seu ciclo de vida, melhorando seu desempenho e reduzindo os resíduos através de ferramentas digitais, e a seleção informada dos elementos construtivos. (Lima *et al.*, 2021)

CAPÍTULO 3

Com o *SECClasS*, Lima *et al.* (2021) e Mendez *et al.* (2022) esperam chegar aos seguintes resultados:

- Sistema de classificação nacional que permitirá usos BIM mais avançados baseado em sistemas tradicionais com componente de sustentabilidade: impactos ambientais, reutilização, reciclagem;
- Manual e biblioteca de objetos BIM, com as componentes tradicionais e de sustentabilidade;
- Plataforma online com um sistema de inteligência artificial para otimizar e automatizar o processo de classificação dos elementos presentes no modelo BIM. Este sistema poderá sugerir quais as classes do CICS mais prováveis para cada um dos elementos.

A primeira versão do *SECClasS* já está disponível para teste, para contributos do meio técnico, visando a recolha de *feedback*. (Lima *et al.*, 2021)

CAPÍTULO 4

CASO DE ESTUDO: INTRODUÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Garcia, Garcia S.A. é uma empresa familiar, que iniciou a sua atividade no final do século XIX, orientada para a construção de edifícios industriais, especializando-se na execução de chaminés de fábricas da indústria têxtil. Assim, a empresa foi responsável pela construção da maioria deste tipo de estruturas na região do Vale do Ave. (Garcia Garcia, 2022)

Quatro gerações da família Garcia chegaram a assumir a empresa. A partir dos anos 1960, sob a orientação da terceira geração, tendo por base todo o conhecimento acumulado sobre a indústria têxtil, a empresa optou por diversificar o seu negócio e investir na construção de estruturas industriais integradas. Em meados de 1990, com a quarta geração da família, a empresa investiu na área da conceção e começou a desenvolver projetos para empresas nacionais e multinacionais de todos os setores. (Garcia Garcia, 2022)

Atualmente, a Garcia, Garcia tem sede em Santo Tirso, em Portugal, e é uma empresa especializada no *Design & Build* de edifícios industriais, logísticos, comerciais e residenciais, além de ser uma referência do setor da construção, tendo sido reconhecida em 2016 como a Melhor Construtora nos Prémios Construir. (Garcia Garcia, 2022)

Integrada no grupo Garcia, Garcia, a Multiprojectus é uma empresa de arquitetura e engenharia responsável por conceber e coordenar soluções de estudos e projetos. A empresa desenvolve os seus projetos com recurso a ferramentas BIM para melhorar a cooperação e a relação de trabalho entre os intervenientes durante o processo de conceção e construção, com integração das diferentes especialidades e consequente otimização processual.

4.2 DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO

O caso de estudo do presente trabalho é o edifício do parque de resíduos a ser construído num empreendimento industrial da empresa Stelia Aerospace Portugal localizado na Zona Industrial da Picaria, em Santo Tirso.

A unidade industrial (Figura 4.1) que faz parte deste empreendimento foi construída em 2021 e tem área de 21.000 m². Encontra-se dividida em três áreas funcionais: área de produção, área social e bloco administrativo, sendo destinada ao fabrico e à montagem de subconjuntos de estruturas aeronáuticas. Seu projeto foi elaborado pela Multiprojectus e a Garcia, Garcia foi responsável pela construção.



Figura 4.1 – Unidade industrial da Stelia Aerospace Portugal (*Website* da Garcia, Gacia)

O edifício do parque de resíduos, que será construído em 2022 nos fundos da unidade industrial, tem área de 519 m² e seu projeto encontra-se em fase de comunicação prévia.

As Figuras 4.2 e 4.3 foram retiradas das peças desenhadas do projeto de arquitetura. A primeira faz parte da planta de implantação do empreendimento e a segunda representa o modelo tridimensional do edifício em estudo.

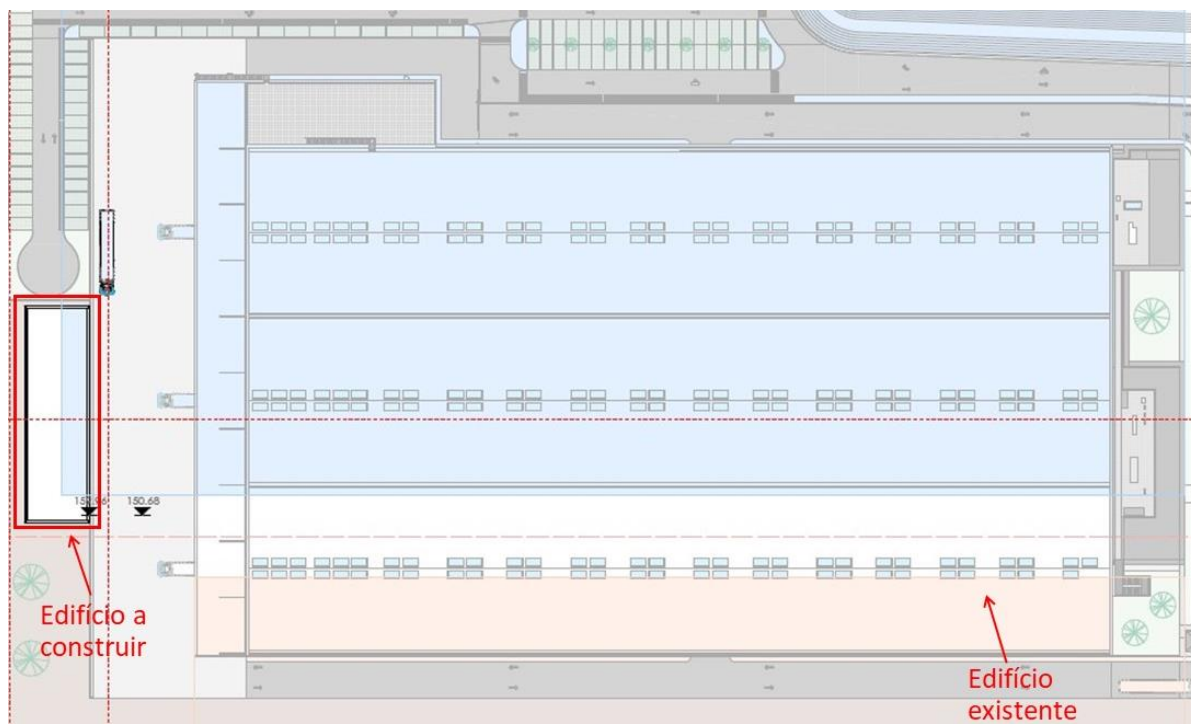


Figura 4.2 – Planta do parque de resíduos e da unidade industrial

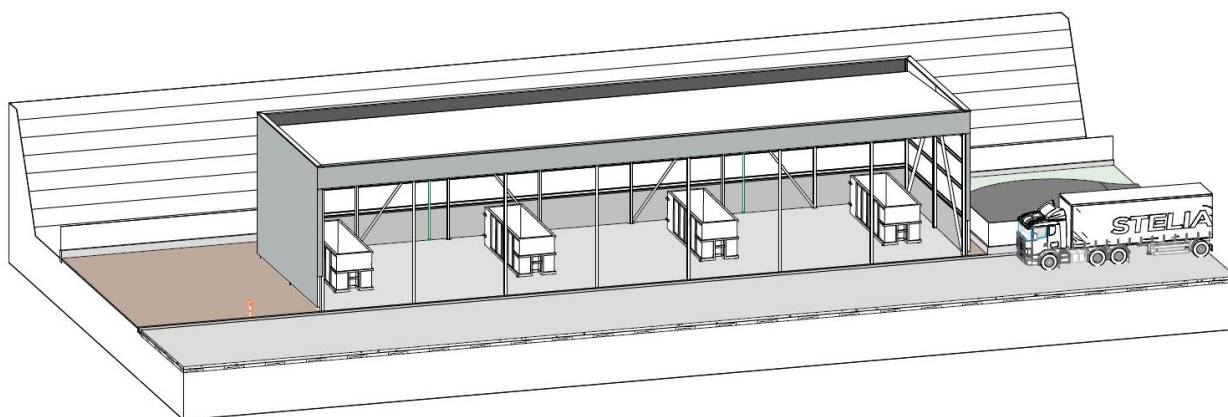


Figura 4.3 – Modelo 3D do parque de resíduos

Os modelos da arquitetura e estrutura foram elaborados através do *software Autodesk Revit* pela Multiprojectus e possuem LOD 200.

O modelo de arquitetura (Figura 4.4) é simples: o edifício é composto por pavimento térreo, com cobertura em chapa, uma caleira, e paredes com revestimento em painel *sandwich*.

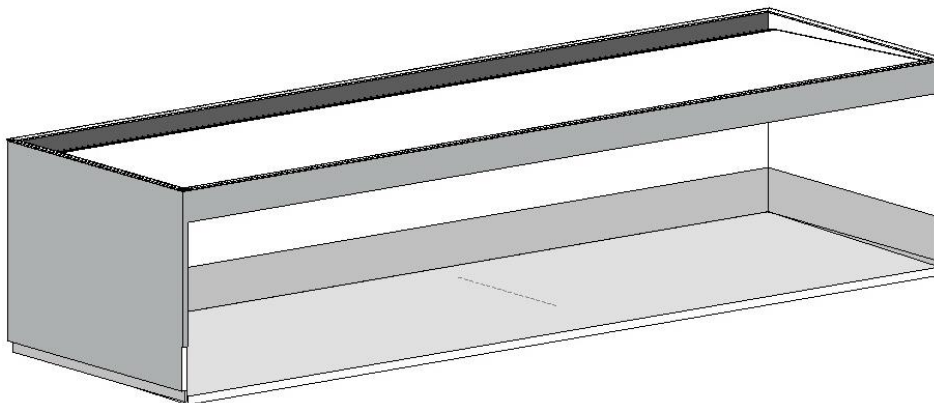


Figura 4.4 – Modelo 3D da arquitetura do parque de resíduos

O modelo de estabilidade (Figura 4.5) é mais complexo: o edifício tem fundações em sapatas, com plintos, possui painéis de betão pré-fabricados e sua estrutura é metálica, com pilares, vigas, contraventamentos, treliças, madres de platibanda, de fachada e de cobertura.

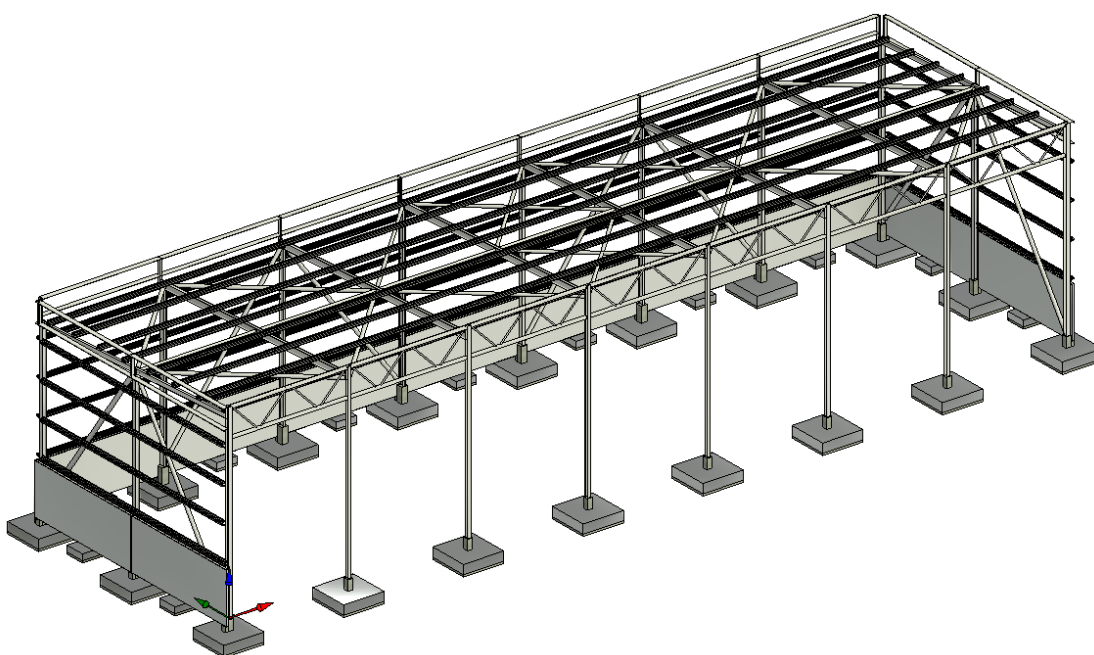


Figura 4.5 – Modelo 3D da estrutura do parque de resíduos

4.3 DESCRIÇÃO DOS SOFTWARES UTILIZADOS

Para a realização do trabalho, foram utilizados os *softwares* listados no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – *Softwares* utilizados

Software	Uso
<i>Autodesk Revit</i>	Organização e classificação da informação
<i>Dynamo</i>	Automatismos: Importação e exportação de dados
<i>Microsoft Excel</i>	Armazenamento de dados
<i>Microsoft Project</i>	Elaboração do Plano de Trabalhos da obra
<i>Microsoft PowerPoint</i>	Elaboração dos planos de fundo das <i>dashboards</i>
<i>Microsoft Power BI Desktop</i>	Apresentação de dados em <i>dashboards</i>
<i>Autodesk Navisworks Manage</i>	Visualização do modelo e faseamento construtivo

Dois dos *softwares* utilizados são baseados na metodologia BIM: o *Revit* e o *Navisworks*. O *Revit* é um *software* que inclui funcionalidades para os projetos de arquitetura, estrutura, MEP (Mecânico, Elétrico e Hidráulico) e de construção. Com o *Revit* é possível desenvolver um modelo virtual tridimensional que agrupa a informação geométrica e não geométrica da edificação a ser construída.

O *Navisworks* possui um conjunto de funcionalidades para a coordenação (BIM3D), para a simulação do faseamento construtivo (BIM4D) e análise de custos (BIM5D). Este *software* permite um controlo mais assertivo da construção, baseando-se num modelo BIM, antecipando problemas e reduzindo-os antes da construção se realizar.

Foram também utilizadas três aplicações relacionadas com o *Revit*: O BIM *Interoperability Tools*, o *Dynamo* e o *DiRoots One*. O BIM *Interoperability Tools* é uma aplicação que possui vários *plug-ins* como foi explicado no subcapítulo 2.6.1, entre eles o *Autodesk Classification Manager* que foi utilizado para a classificação dos elementos do modelo a partir de um sistema de classificação.

O *DiRoots One* é uma aplicação desenvolvida pela *DiRoots* para aumentar a produtividade. Ela inclui oito *plug-ins* que possuem diversas funções, como: exportar tabelas, gerir e filtrar famílias, gerir parâmetros, etc. O *plug-in* utilizado foi o *ParaManager* para importar e gerir parâmetros.

O *Dynamo* já foi apresentado anteriormente e foi utilizado para a criação de rotinas para a importação, que foram chamadas de *{Set Parameter}*⁶, e para a exportação de dados, que foram designados por *{Get Report}*.

⁶ As chavetas {...} identificam as rotinas do *Dynamo*.

Para além disso foi utilizado um *software* de BI: o *Power BI*, que é uma ferramenta da *Microsoft* que serve para visualizar, reportar e partilhar dados, permitindo a transformação destes em *dashboards* simples, atrativas e interativas. Uma vez que os dados são importados, este *software* permite uma grande variedade de personalização e a filtragem da informação.

É de ressaltar que o *Power BI* possui três tipos de licenças: o gratuito, o pro e o *premium*. A licença utilizada, que é a gratuita, possui limitações relacionadas à capacidade de dados e à partilha dos relatórios. No entanto, através de uma conta empresarial, é possível publicar a *dashboard* como uma *webpage* através do *site*⁷ do *Power BI*.

Além do *Power BI*, foram utilizados mais três *softwares* da *Microsoft*, o *Excel*, o *Project* e o *PowerPoint*: o *Excel* é um *software* de folhas de cálculo que possibilita a criação, análise e a partilha de dados. O *Project* é utilizado para a gestão de projetos e possibilita a criação de cronogramas, gestão de recursos, avaliação de orçamentos, elaboração de balizamentos, etc. O *PowerPoint* permite realizar apresentações através de diapositivos.

Foi utilizada também uma aplicação da *Microsoft* que é o *Project Web App* que possui funções semelhantes ao *Project*, ligadas a um *site* de *SharePoint*, a plataforma que promove a colaboração e a cooperação entre profissionais. Através dele, é possível ligar os dados do *Project* ao *Power BI*, mas, para isso, é necessário aceder a uma conta empresarial e possuir a subscrição do *Project* Plano 3 ou 5.

A opção pelos *softwares* utilizados esteve relacionada com as seguintes razões:

- Conhecimento prévio das funcionalidades e potencialidades dos *softwares*;
- Facilidade de aprendizagem dos *softwares*;
- Facilidade de obtenção de licenças de estudante e de conta empresarial;
- Utilização gratuita de alguns *softwares*;
- *Softwares* utilizados pela organização – Garcia, Garcia;
- Interoperabilidade entre *softwares* da *Autodesk*.

⁷ Site do *Power BI*: <https://app.powerbi.com>.

4.4 METODOLOGIA IMPLEMENTADA

A metodologia utilizada para a concretização do trabalho levou em consideração a abordagem desenvolvida por João Costa, José Santos e Rita Gomes no Relatório do Projeto Integrador da Pós-Graduação. A metodologia implementada está ilustrada no fluxograma da Figura 4.6.

Foram estabelecidas quatro fases para o desenvolvimento deste trabalho. Assim, a primeira é relativa à classificação e à organização dos dados do modelo BIM de arquitetura e estabilidade do edifício do parque de resíduos. Para isso, foram criadas duas tabelas no *Excel* com todos os dados necessários, para importá-los de forma automatizada para o *Revit*, por meio do *Dynamo*.

A segunda fase trata-se da exportação dos modelos e dos dados dos modelos. Os dados considerados importantes foram exportados de forma automatizada, também com recurso ao *Dynamo*, gerando tabelas no *Excel*. Os modelos também foram exportados do *Revit* e importados para o *Navisworks*.

As duas últimas fases referem-se à apresentação do modelo BIM e dos dados, a primeira está relacionada com a orçamentação e a segunda com o planeamento. Em ambas as fases, o modelo BIM será apresentado com recurso ao *Navisworks* e os dados, por meio de *dashboards* feitas no *Power BI*. No entanto, a etapa relativa ao planeamento contempla ainda a elaboração do Plano de Trabalhos da obra com o *MS Project* e o faseamento construtivo.

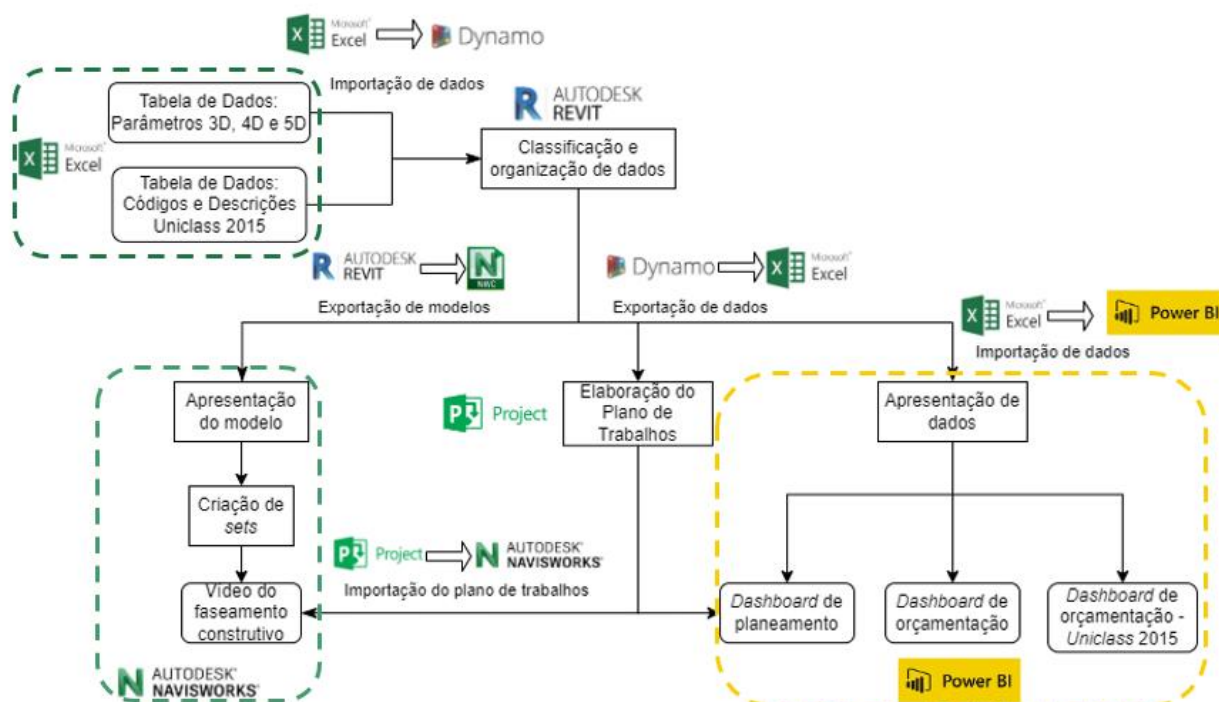


Figura 4.6 – Fluxograma da metodologia implementada para o caso de estudo

4.5 ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Este subcapítulo trata-se da organização da informação do projeto que foi baseada nos objetos paramétricos do modelo BIM. Idealizou-se um conjunto de parâmetros que depois é atribuído aos elementos do modelo. Por fim, os respectivos dados são atribuídos a cada parâmetro. Para além disso, este subcapítulo contempla o procedimento implementado para a extração das quantidades de trabalho dos modelos e algumas questões sobre a modelação.

4.5.1 Terminologias do Revit

Para organizar a informação com recurso ao *Revit*, em primeiro lugar é fundamental conhecer e compreender as terminologias utilizadas por este *software*. De acordo com Darós (2019), estas terminologias são:

- Elementos – são todos os objetos paramétricos do projeto de construção, divididos em categorias, famílias e tipos;
- Categoria – é um conjunto de elementos utilizados para a modelagem;
- Família – é uma classe de elementos numa categoria. Uma família agrupa elementos com um conjunto comum de parâmetros, que possuem uso idêntico e com representação gráfica similar;
- Tipo – está relacionado às famílias, cada uma delas pode apresentar vários tipos;
- Instância – é o elemento individual que é colocado no projeto.

Também é importante perceber a diferença entre alguns tipos de parâmetros do *Revit*. Como explicado no capítulo 2, estes parâmetros regem as características dos objetos paramétricos, permitindo o armazenamento de informações:

- Parâmetros de projeto – contém informações que são usadas exclusivamente no projeto, podem ser adicionados nas categorias dos elementos num projeto e utilizados em tabelas, mas não podem ser partilhados;
- Parâmetros partilhados – podem ser partilhados entre múltiplos ficheiros e podem ser parâmetros de tipo ou de instância;
- Parâmetros de tipo – permitem a alteração em todos os elementos de uma determinada família. Pode-se aceder a estes parâmetros pelo painel “*Edit Type*”;
- Parâmetros de instância – permitem a alteração de um elemento específico. Pode-se aceder a estes parâmetros pelo painel “*Properties*”.

4.5.2 Descrição dos Parâmetros

Para organizar a informação de uma forma eficiente e garantir uma melhor apresentação dos dados e promover a integração dos setores de projeto, de orçamentação e de planeamento, foi-se questionado quais os dados que seriam os mais importantes para se rastrear. Concluiu-se que deveria ser através da criação de parâmetros para guardar informações relacionadas à geometria do projeto (3D), ao planeamento da obra (4D) e à estimativa de custos do projeto (5D), conforme descrito no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Descrição e objetivos dos parâmetros 3D, 4D e 5D (Adaptado de Costa *et al.*, 2022)

Domínio	Parâmetro	Descrição	Objetivo
Geometria	3D-ZONA	Tipo de Edifício	Localizar o objeto no projeto e/ou categorizá-lo pela sua função no projeto.
Geometria	3D-ESPAÇO	Orientação da Fachada	
Geometria	3D-FUNÇÃO	Designação do Elemento	
Geometria	3D-NÍVEL	Nível do Elemento	
Tempo	4D-WBS	De acordo com a WBS	Atribuir propriedades ao objeto relativas ao planeamento para auxiliar a elaboração do Plano de Trabalhos.
Tempo	4D-RENDIMENTO	De acordo com o setor de Planeamento	
Custos	5D-CÓDIGO MASTER	De acordo com a Master	Atribuir propriedades ao objeto relativas à orçamentação para obtenção de estimativas de custos.
Custos	5D-DESCRIÇÃO	De acordo com a Master	
Custos	5D-QUANTIDADE	De acordo com a medição do Revit	
Custos	5D-UNIDADE DE MEDIÇÃO	De acordo com a Master	
Custos	5D-CUSTO UNITÁRIO	De acordo com a Master	
Custos	5D-CUSTO TOTAL	De acordo com o cálculo: Quant. x Custo Unit.	

No âmbito 4D, os dados para o 4D-RENDIMENTO⁸ foram extraídos de folhas *Excel* que pertencem ao setor de planeamento. Já para “alimentar” o parâmetro 4D-WBS, foi elaborada uma *Work Breakdown Structure* (WBS) de uma obra com a ajuda e a colaboração dos três setores mencionados. Esta WBS encontra-se no Anexo I.

Uma WBS é uma ferramenta de gestão de projetos que subdivide as entregas em componentes menores que permitem uma melhor gestão. É uma decomposição estruturada em árvore hierárquica do âmbito de um trabalho a ser executado por uma equipa e integra as linhas de base do âmbito, o custo e o cronograma, garantindo que os planos do projeto estejam alinhados.

⁸ Os parâmetros apresentam a designação “nD-NOME” em letras maiúsculas.

No âmbito 5D, os dados dos parâmetros sobre o código, a descrição, a unidade de medição e o custo unitário de cada material foram fornecidos pela Master, que é o banco de dados de orçamentação da Garcia, Garcia.

Os dados relativos às quantidades de trabalho foram extraídos do *Revit* ou calculados e foram atribuídos ao parâmetro 5D-QUANTIDADE. Os dados relativos aos custos totais também foram calculados e foram atribuídos ao 5D-CUSTO TOTAL.

Assim, o Quadro 4.3 apresenta um exemplo para o elemento de parede com os dados armazenados nos parâmetros.

Quadro 4.3 – Exemplo dos parâmetros relativos ao elemento de parede

Parâmetros	Dados
3D-ZONA	PARQUE DE RESÍDUOS
3D-ESPAÇO	FACHADA OESTE
3D-FUNÇÃO	PAREDE
3D-NÍVEL	NÍVEL 0
4D-WBS	3.1.2.2 ACABAMENTO DE FACHADAS
4D-RENDIMENTO	250
5D-CÓDIGO MASTER	KA1FM282
5D-DESCRIÇÃO	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.
5D-QUANTIDADE	89.55
5D-UNIDADE DE MEDIÇÃO	m2
5D-CUSTO UNITÁRIO	31.73
5D-CUSTO TOTAL	2839.66

4.5.3 Criação e Atribuição dos Parâmetros no Revit

Antes de armazenar os dados nos parâmetros referidos anteriormente, primeiro é preciso criá-los no Revit como parâmetros partilhados (*Shared Parameters*), conforme mostra a Figura 4.7.

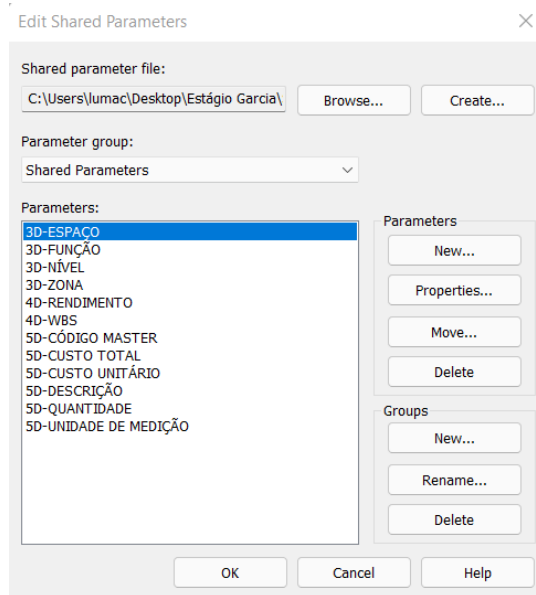


Figura 4.7 – Criação dos *Shared Parameters*

Posteriormente, estes parâmetros foram importados para o *ParaManager* do *DiRoots One*, conforme a Figura 4.8. Estes parâmetros podem ser atribuídos à instância ou ao tipo do elemento e neste caso, foram atribuídos à instância.

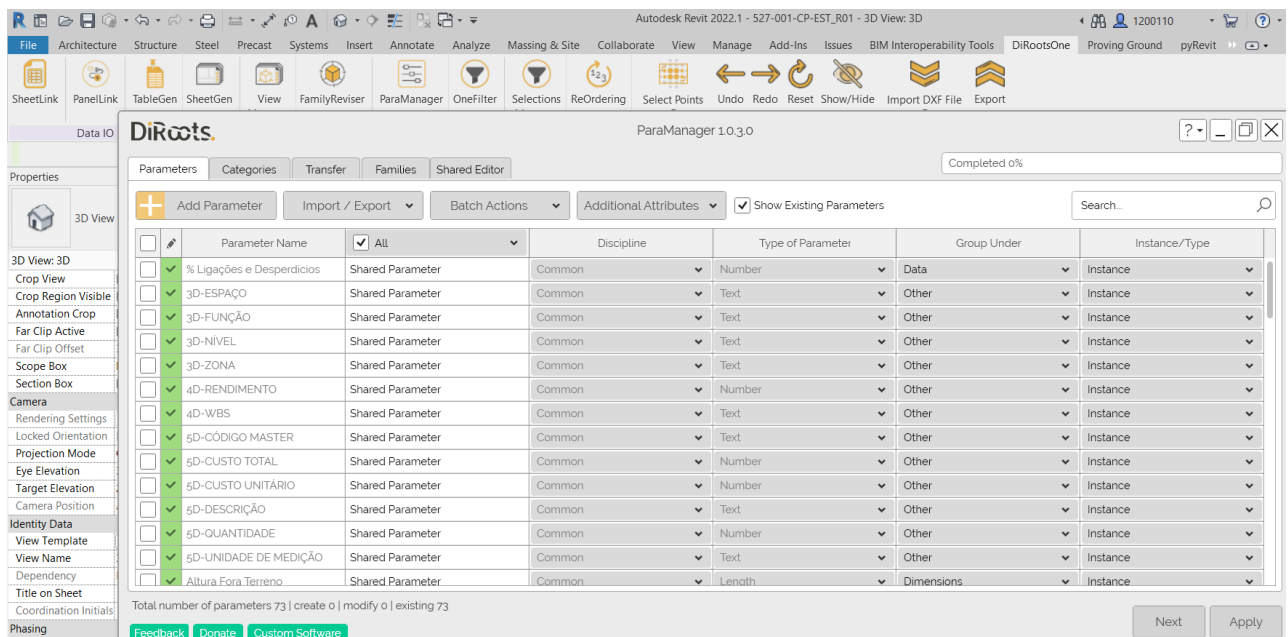


Figura 4.8 – Importação dos *Shared Parameters* no *DiRoots One*

Com o objetivo de atribuir os parâmetros somente às categorias utilizadas nos modelos, foi feito um levantamento destas categorias. Conforme o Quadro 4.4, o modelo de arquitetura possui três categorias e o de estrutura, possui quatro, sendo a categoria *Generic Models* utilizada para a modelação dos painéis pré-fabricados de betão.

Quadro 4.4 – Listagem de categorias dos modelos

Modelo	Categoria
ARQUITETURA	FLOORS
ARQUITETURA	WALLS
ARQUITETURA	ROOFS
ESTRUTURA	STRUCTURAL FOUNDATIONS
ESTRUTURA	STRUCTURAL COLUMNS
ESTRUTURA	STRUCTURAL FRAMING
ESTRUTURA	GENERIC MODELS

Assim, os parâmetros foram atribuídos a cada categoria por meio do *ParaManager* nos modelos de arquitetura e de estrutura, como ilustra a Figura 4.9.

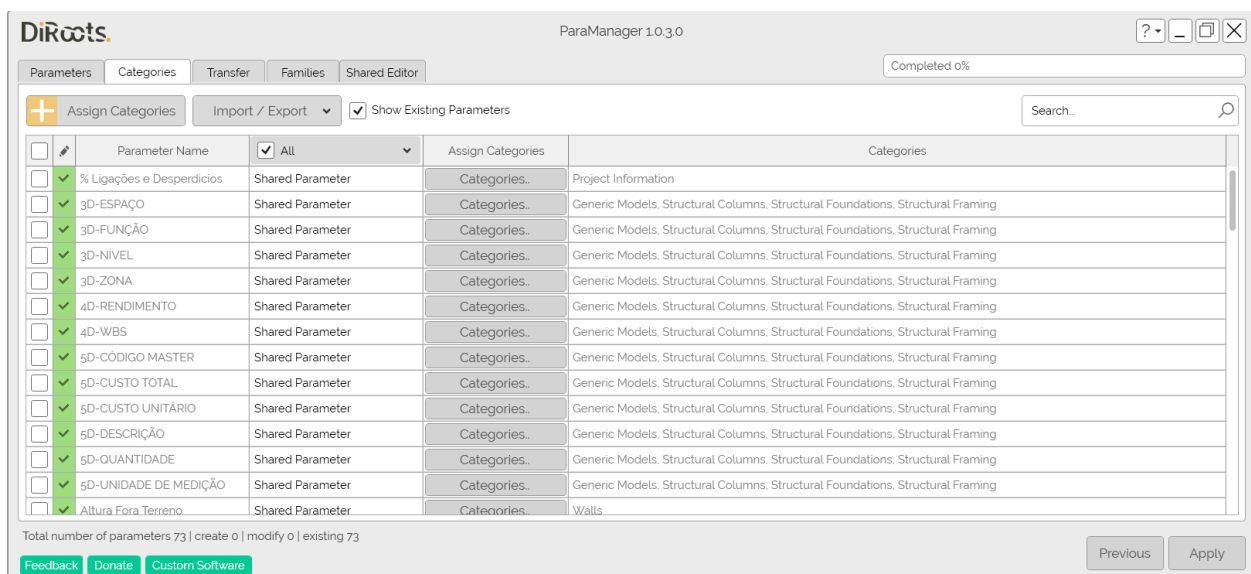


Figura 4.9 – Atribuição dos parâmetros a cada categoria no *DiRoots One*

Finalmente, os parâmetros foram atribuídos às instâncias dos elementos de cada categoria. A Figura 4.10 evidencia um exemplo para o elemento de sapata.

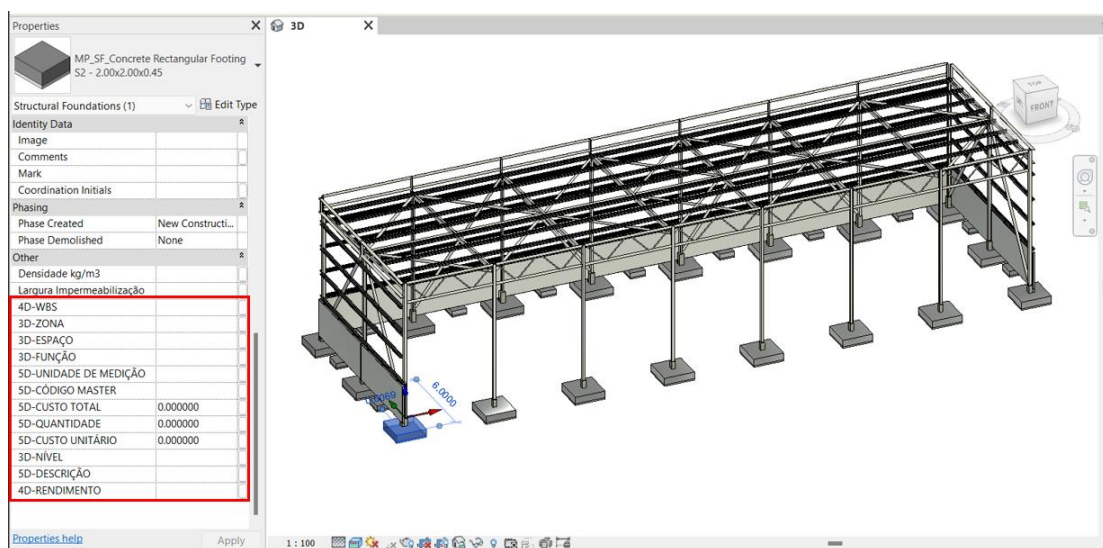


Figura 4.10 – Parâmetros atribuídos à instância

4.5.4 Importação de Dados

Como o caso de estudo é o projeto de um pequeno edifício, os dados relativos a alguns parâmetros foram importados manualmente para os modelos, e para os restantes parâmetros foram criadas rotinas no *Dynamo*. O Quadro 4.5 mostra o tipo de *workflow* (manual ou automatizado) de cada parâmetro e de onde provém os dados de cada um.

Quadro 4.5 – Tabela com tipo de *workflow* e obtenção dos dados

Parâmetro	Tipo de <i>workflow</i>	Obtenção dos dados
3D-ZONA	Manual	-
3D-ESPAÇO	Manual	-
3D-FUNÇÃO	Manual	-
3D-NÍVEL	Automatizado	Provenientes da folha "5D"
4D-WBS	Manual	-
4D-RENDIMENTO	Automatizado	Provenientes da folha "5D"
5D-CÓDIGO MASTER	Manual	-
5D-DESCRIÇÃO	Automatizado	Provenientes da folha "5D"
5D-QUANTIDADE	Automatizado	Provenientes do <i>Revit</i> ou calculados automaticamente
5D-UNIDADE DE MEDIÇÃO	Automatizado	Provenientes da folha "5D"
5D-CUSTO UNITÁRIO	Automatizado	Provenientes da folha "5D"
5D-CUSTO TOTAL	Automatizado	Calculados automaticamente

CAPÍTULO 4

No *Excel*, foi preenchida uma tabela (Figura 4.11) na folha designada por “5D” com todos os dados dos parâmetros de *workflow* do tipo automatizado, pois será utilizada na rotina de importação. Esta tabela também inclui alguns “dados de apoio” que servem para facilitar a identificação do elemento e correspondem à especialidade do modelo, à categoria, à família, ao tipo, à instância e ao 5D-CÓDIGO MASTER do elemento. O Anexo II apresenta esta tabela na íntegra.

MODELO	5D-DESCRIÇÃO	CATEGORY	5D-CÓDIGO MASTER	5D-UNIDADE DE MEDIÇÃO	5D-COSTO UNITÁRIO	FAMILY	TYPE	INSTANCE	3D-NÍVEL	4D-RENDIMENTO
ARQUITETURA	Pavimento térreo com juntas de retração: Betão 12cm x 23kg/m³ a 67kg/m³	Floors	JE1PE133	m2	33,12	Floor	Pavimento em betão		NÍVEL 0	750
ARQUITETURA	Chapa exterior KINGSPAN T2-300 STD com Ø 50mm na horizontal.	Roofs	KALFM735	m2	19,70	Basic Roof	COB_CHAPA (29) - PCH(29)		COBERTURA	300
ARQUITETURA	Caleiros simples em chapa galvanizada com 1,2mm de espessura, com desenvolvimento até 625mm.	Roofs	LALCA010	mt	30,00	Basic Roof	COB_CHAPA_CALEIRO (20) - PCH(20)		COBERTURA	100
ARQUITETURA	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de 18 de rocha com 60 mm de espessura.	Walls	KALFM282	m2	31,73	Basic Wall	PAE_PBTÃO PF (379) - BET(120)/AR(103)/PAI(100) 3		NÍVEL 0	250
ARQUITETURA	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de 18 de rocha com 60 mm de espessura.	Walls	KALFM282	m2	31,73	Basic Wall	PAE_PSANDWICH (379) - AR(150)/PAI(100) 2		NÍVEL 0	250
ARQUITETURA	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de 18 de rocha com 60 mm de espessura.	Walls	KALFM282	m2	31,73	Basic Wall	PAE_PSANDWICH (60) - AR(105)/PAI(60)		NÍVEL 0	250
ARQUITETURA	Chapa simples perfilada pré-fabricada, tipo FTB9 da FTB, com 0,50mm de espessura em revestimentos da platibanda.	Walls	LALCS600	m2	13,18	Basic Wall	CHAPA TESTA 15MM		PLATIBANDA	300
ESTRUTURA	Painéis de betão pré-fabricados maciços com 16 cm de espessura.	Generic Models	GE1F8020	m2	63,60	Painel	Painel 12		NÍVEL 0	150
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfil de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	HE1EM005	kg	2,15	SE2P_SC_Steel HE	HE160A	S275 JR (EN 10025-2)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfil de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	HE1EM005	kg	2,15	SE2P_SC_Steel IPE	IPE270	S275 JR (EN 10025-2)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfil de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	HE1EM005	kg	2,15	SE2P_SC_Steel HE	HE200A	S275 JR (EN 10025-2)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfil de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	HE1EM005	kg	2,15	SE2P_SC_Steel IPE	IPE140	S275 JR (EN 10025-2)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfil de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	HE1EM005	kg	2,15	SE2P_SC_Steel IPE	IPE160	S275 JR (EN 10025-2)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Pilotos em betão armado C25/30 - XC2 (P) - Cl 0,40 - Dmáx22 - 33 e aço A500NR.	Structural Columns	FE1PD040	m3	646,31	MP_SC_Concrete Rectangular Piloto	30x30	Betão C25/30	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Pilotos em betão armado C25/30 - XC2 (P) - Cl 0,40 - Dmáx22 - 33 e aço A500NR.	Structural Columns	FE1PD040	m3	646,31	MP_SC_Concrete Rectangular Piloto	25x25	Betão C25/30	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Pilotos em betão armado C25/30 - XC2 (P) - Cl 0,40 - Dmáx22 - 33 e aço A500NR.	Structural Columns	FE1PD040	m3	646,31	MP_SC_Concrete	18 - 33	Betão C25/30	NÍVEL 0	10

Figura 4.11 – Folha “5D”: Dados importados através do *Dynamo*

Os “dados de apoio” são assim designados, pois não são importados, oferecem apenas apoio às rotinas do tipo *{Set Parameter}* no sentido de:

- **Modelo** – orientar a qual especialidade o elemento pertence: arquitetura ou estrutura;
- **5D-CÓDIGO MASTER** – os dados relativos a este parâmetro foram colocados no modelo manualmente. As rotinas utilizaram este parâmetro para atribuir os restantes dados;
- **Família, tipo e instância** – as rotinas utilizaram estes dados para atribuir os restantes dados relativos aos parâmetros de unidade e quantidade corretamente, porque elementos diferentes podem pertencer à uma mesma categoria, logo ao elaborar a rotina, estes dados são necessários para diferenciação. Estas rotinas serão referidas no próximo subcapítulo.

Assim, para cada categoria listada anteriormente, foi criada uma rotina no *Dynamo* para a importação de dados, portanto, foram criadas no total sete rotinas. Todas elas são semelhantes, exceto as que necessitam dos “dados de apoio”, portanto será apresentada somente uma delas, para a categoria de paredes (*Walls*).

A Figura 4.12 ilustra a visão geral da rotina que busca todos os elementos da categoria “Walls”, todos os dados do ficheiro *Excel* e atribui estes dados nos parâmetros de cada elemento. Os processos estão representados por cores:

- Processos de entradas – azul;
- Processos intermediários – rosa ou laranja;
- Processos de saídas – verde.

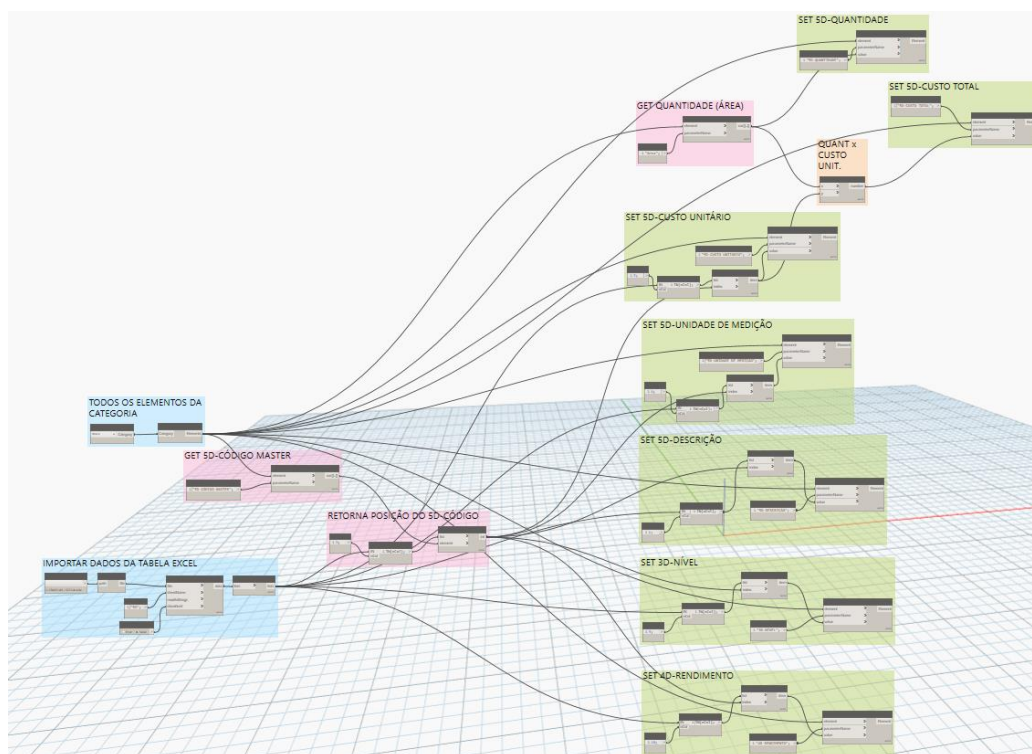


Figura 4.12 – Visão geral da rotina {Set Parameter} para a importação de dados

Em resumo, segue-se uma explicação para esta rotina:

1. Buscar todos os elementos da categoria no modelo e importar os dados da folha “5D” do ficheiro *Excel*;
2. Buscar os dados do parâmetro 5D-CÓDIGO MASTER de cada elemento do modelo do *Revit*. Depois, o nó **List.IndexOf**⁹ faz uma correspondência entre os dados do *Revit* e os dados do *Excel*. Ele utiliza os dados do 5D-CÓDIGO MASTER do *Revit* e os dados da coluna correspondente a este parâmetro (terceira coluna) da folha “5D” e retorna a posição da linha de cada dado, com o intuito de atribuí-los corretamente nos parâmetros dos elementos. A Figura 4.13 ilustra os passos 1 e 2.

⁹ Os asteriscos **...** identificam os nós do *Dynamo*.

O funcionamento do nó *List.IndexOf* é análogo a função “CORRESP” do Excel, que procura um item específico num intervalo de células e retorna a posição relativa desse item no intervalo.

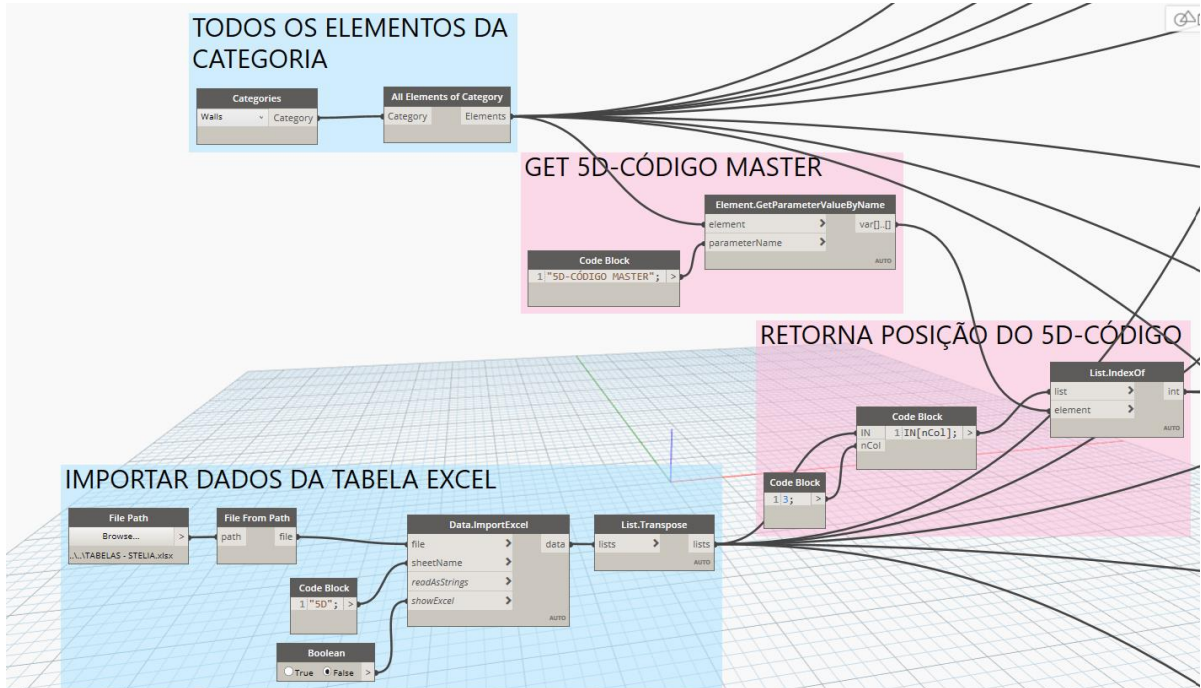


Figura 4.13 – Rotina {Set Parameter}: Início

3. Atribuir os dados diretamente nos parâmetros 3D-NÍVEL, 4D-RENDIMENTO, 5D-CUSTO UNITÁRIO, 5D-UNIDADE DE MEDIÇÃO e 5D-DESCRIÇÃO. A Figura 4.14 apresenta a atribuição para o parâmetro 5D-DESCRIÇÃO que é igual para todos os parâmetros referidos. O *Code Block* apresentado na Figura retorna todos os dados de determinada coluna da folha do Excel, neste caso retorna os valores da primeira coluna, referente aos dados da folha do 5D-DESCRIÇÃO.

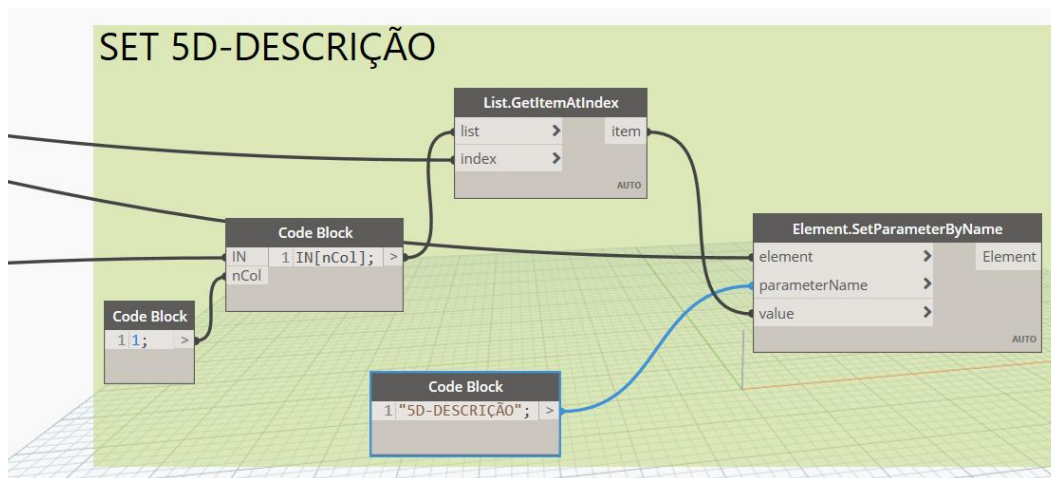


Figura 4.14 – Rotina {Set Parameter}: Atribuição dos dados no parâmetro 5D-DESCRIÇÃO

- Os dados dos parâmetros 5D-QUANTIDADE são extraídos do Revit ou calculados através de medidas fornecidas por ele e, em seguida, são atribuídos. Relativamente aos dados do parâmetro 5D-CUSTO TOTAL, estes são calculados e depois atribuídos. A Figura 4.15 apresenta a extração da área da parede, o cálculo do custo total, bem como as atribuições nos parâmetros.

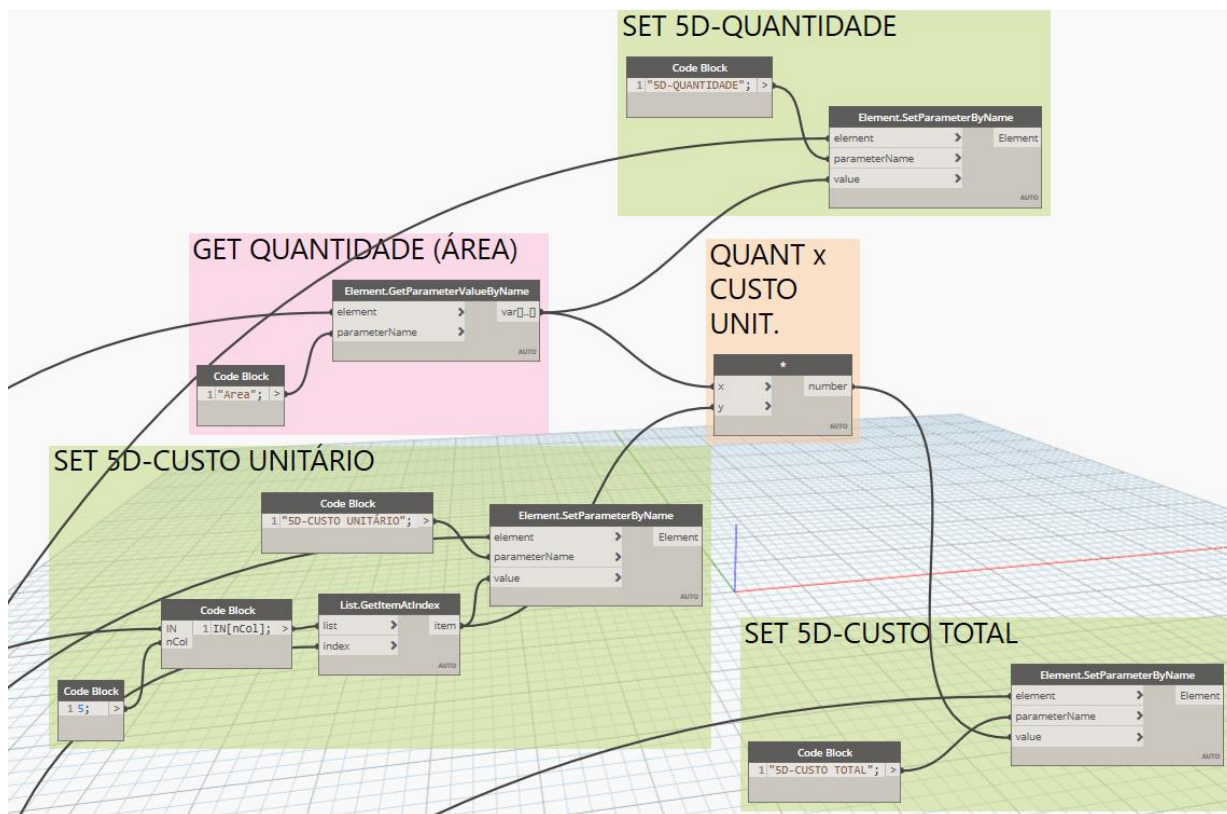


Figura 4.15 – Rotina {Set Parameter}: Cálculo da quantidade, do custo total e atribuição dos dados

4.5.5 Parâmetro 5D-QUANTIDADE: Automatização da Extração das Quantidades

Descreve-se neste subcapítulo o procedimento implementado para a extração das quantidades de trabalho ou o cálculo das mesmas através das rotinas do *Dynamo*. O Quadro 4.6 apresenta a forma de extração ou cálculo de cada elemento que, em seguida, terá uma explicação mais pormenorizada.

Quadro 4.6 – Cálculo e extração de quantidades dos elementos do modelo

Categoria	Elemento	Família	Extração/Cálculo
<i>Floors</i>	Pavimento Térreo	Floor	Área (m ²)
<i>Roofs</i>	Cobertura	Basic Roof	Área (m ²)
	Caleira	Basic Roof	Comprimento final (m) – Comprimento inicial (m)
<i>Walls</i>	Parede	Basic Wall	Área (m ²)
<i>Generic Models</i>	Painel de betão	Painel	Altura (m) x Largura (m)
<i>Structural Columns</i>	Pilar metálico	MP_SC_Steel IPE	Peso perfil (kg/m) x Comprimento (m)
	Plinto em betão	MP_SC_Concrete Rectangular Plinto	Volume (m ³)
<i>Structural Foundations</i>	Sapata S2	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	Volume (m ³)
	Sapata S1	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	Volume (m ³)
<i>Structural Framing</i>	Contraventamento	MP_SB_Steel CHS CF	Peso perfil (kg/m) x Comprimento (m)
	Treliça	MP_SB_Steel SHS CF	Peso perfil (kg/m) x Comprimento (m)
		MP_SB_Steel CHS CF	Peso perfil (kg/m) x Comprimento (m)
	Viga	MP_SB_Steel IPE	Peso perfil (kg/m) x Comprimento (m)
	Madre	MP_MadreMax_new	Comprimento (m)
	Madre da platibanda	MP_SB_Steel C	Peso perfil (kg/m) x Comprimento (m)

Antes de partir para a extração de quantidades, é importante ter especial cuidado com determinadas rotinas, aquelas em que as categorias possuem dois ou mais elementos que são medidos de formas diferentes, e conseqüentemente, têm unidades de medição diferentes. É o caso das categorias *Roofs*, *Structural Columns* e *Structural Framing*, segundo o Quadro 4.7, nas quais as rotinas necessitarão dos “dados de apoio”. Como possuem esta particularidade, serão diferentes das demais.

Quadro 4.7 – Tabela com “dados de apoio” e unidades de medição

Categoria	Elemento	Família	Tipo	Instância	SD-UNIDADE DE MEDIÇÃO
Floors	Pavimento Térreo	Floor	Pavimento em betão		m2
Roofs	Cobertura	Basic Roof	COB_CHAPA (29) - PCH(29)		m2
	Caleira	Basic Roof	COB_CHAPA_CALEIRO (20) - PCH(20)		mt
Walls	Parede	Basic Wall	PA.E_P BETÃO PF (379) - BET(120)/AR(03)/PAI(100) 3		m2
Generic Models	Painel de betão	Painel	Painel 12		m2
Structural Columns	Pilar metálico	MP_SC_Steel IPE	IPE140	S275 JR (EN 10025-2)	kg
	Plinto em betão	MP_SC_Concrete Rectangular Plinto	25x25	Betão C25/30	m3
Structural Foundations	Sapata S2	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	S2 - 2.00x2.00x0.45		m3
	Sapata S1	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	S1 - 1.00x1.00x0.30		m3
Structural Framing	Contraventamento	MP_SB_Steel CHS CF			kg
	Treliça	MP_SB_Steel SHS CF			kg
		MP_SB_Steel CHS CF			kg
	Viga	MP_SB_Steel IPE			kg
	Madre	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5		mt
	Madre da platibanda	MP_SB_Steel C	C200x55x18x2		kg

- Categoria Roofs – esta categoria possui os elementos de cobertura e de caleira, logo a rotina (Figura 4.16) foi feita para utilizar os “dados de apoio” do tipo, ou seja, foi buscar o nome do tipo e utilizou uma condição “IF” para atribuir os dados. Se o nome do tipo contém a palavra “caleiro”, o comprimento deve ser medido, se não, a área da cobertura deve ser medida.

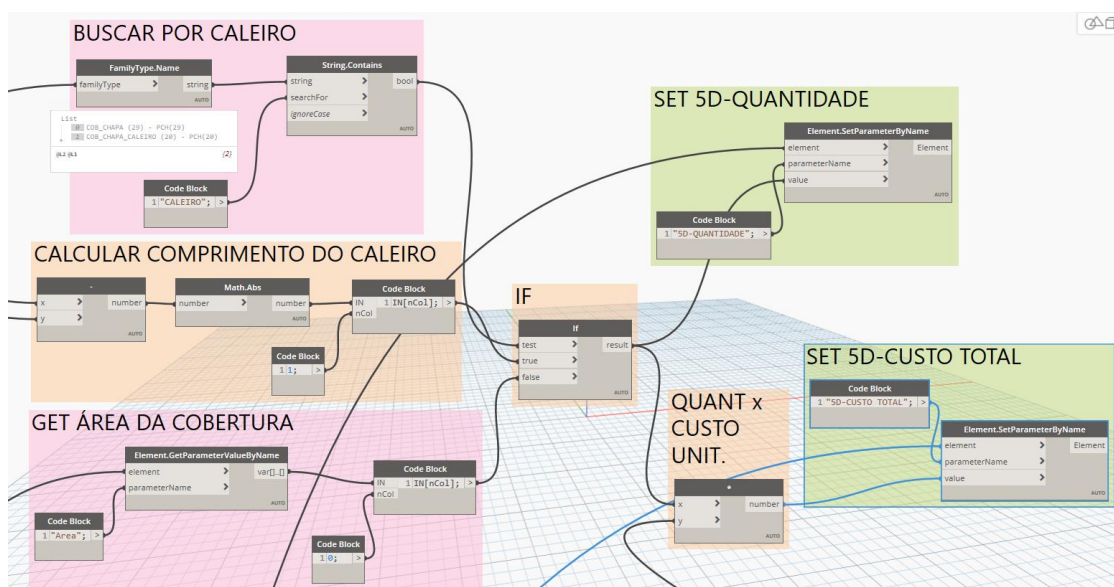


Figura 4.16 – Rotina {Set Parameter}: Extração de quantidades para Roofs

- Categoria *Structural Columns* – esta categoria possui pilares metálicos e plintos de betão, logo a rotina (Figura 4.17) foi feita para utilizar o “dado de apoio” da família, ou seja, foi buscar o nome da família e utilizou uma condição “IF” para atribuir os dados. Se o nome da família contém a palavra “concrete”, o volume do betão deve ser medido, se não, a quantidade de aço deve ser medida.

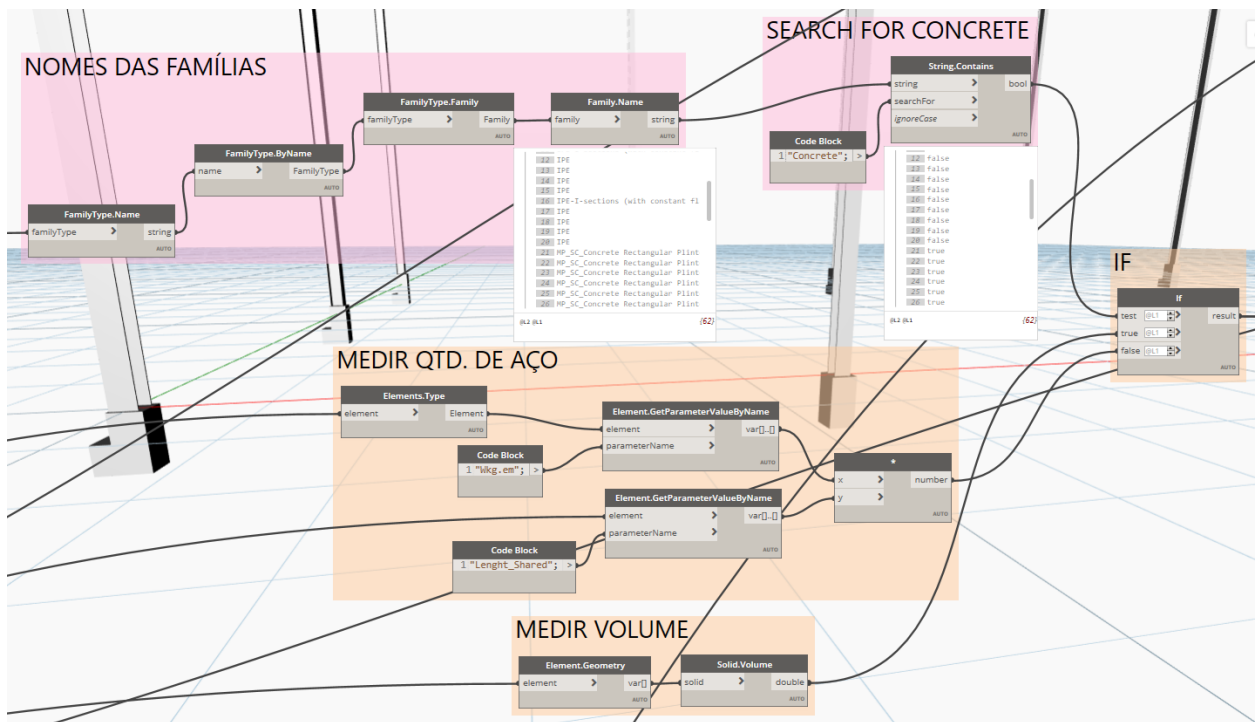


Figura 4.17 – Rotina {Set Parameter}: Extração de quantidades para *Structural Columns*

- Categoria *Structural Framing* – diversos elementos pertencem a esta categoria, porém o problema estava relacionado somente com os elementos de madres do tipo *MadreMax* que são medidos em metros lineares, de forma diferente dos outros elementos. Então, foi preciso novamente do nome da família para atribuir os dados. Conforme a Figura 4.18, a rotina buscou os nomes das famílias e utilizou uma condição “IF” para atribuir os dados. Se o nome da família contém “madremax”, o comprimento deve ser medido, se não, a quantidade de aço deve ser medida.

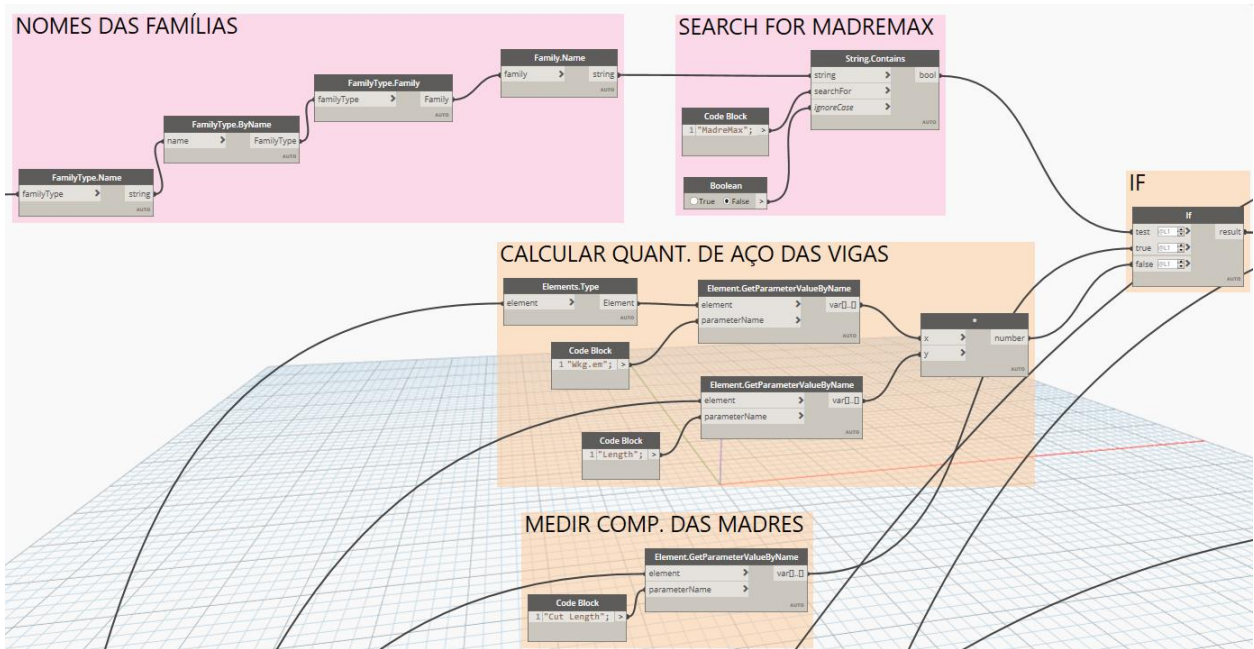


Figura 4.18 – Rotina {Set Parameter}: Extração de quantidades para Structural Framing

Segue-se uma descrição sobre os cálculos das quantidades agrupados pelo mesmo critério de medição:

1. Elementos de pisos, coberturas e paredes

Os elementos de pisos, coberturas e paredes são medidos em metros quadrados, esta quantidade foi extraída do Revit de forma simples. A Figura 4.19 ilustra um exemplo para parede, que contém o parâmetro área. Na rotina (Figura 4.20), o nó *Element.GetParameterValueByName* do Dynamo consegue facilmente buscar o valor deste parâmetro que ao fim é atribuído ao 5D-QUANTIDADE.

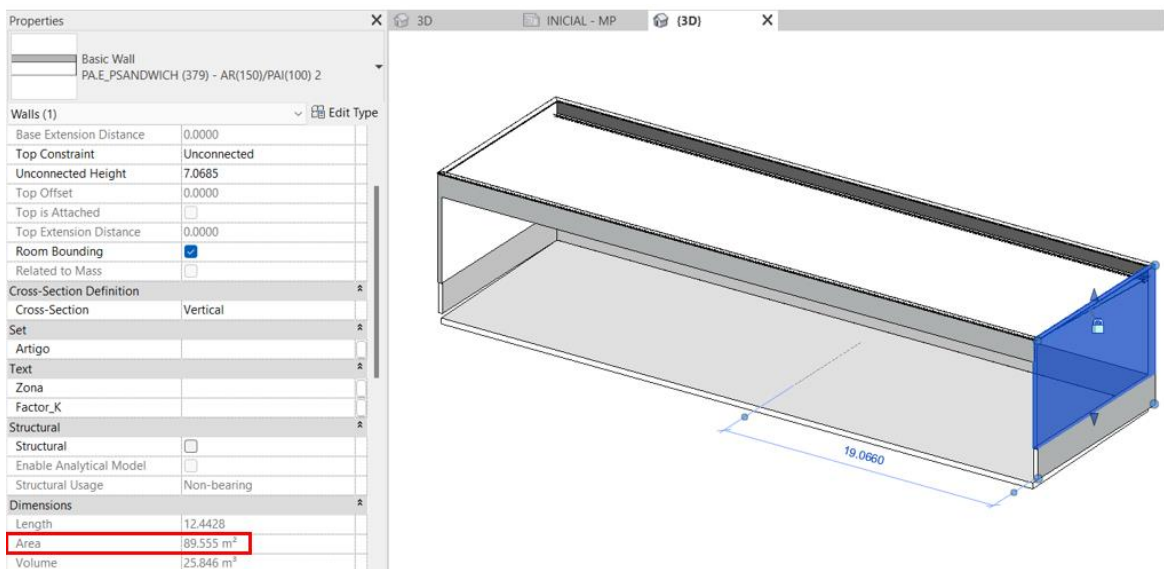


Figura 4.19 – Parâmetros da parede

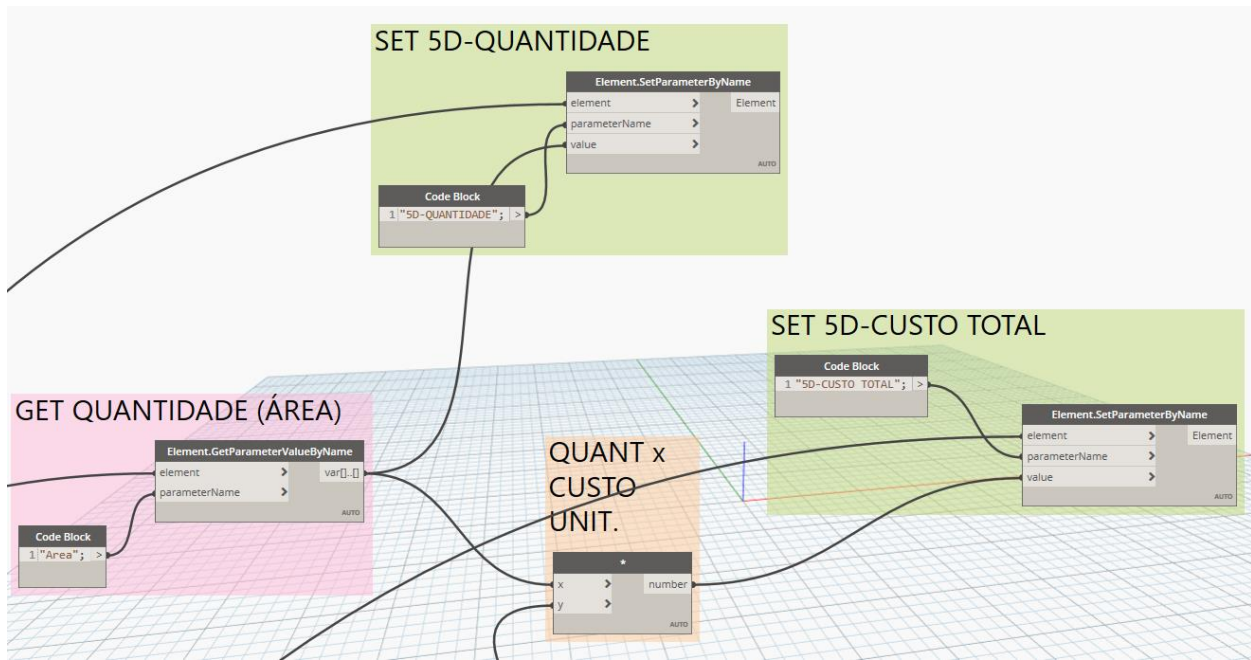


Figura 4.20 – Rotina {Set Parameter}: Extração de quantidades para Walls

Como a caleira é um elemento da cobertura que pertence à categoria *Roofs*, isto representou um problema para a extração de quantidades, porque o *Revit* não fornece o seu comprimento, conforme a Figura 4.21. Então foram utilizados os parâmetros de *Extrusion start* e *Extrusion end* para calcular o comprimento, conforme a equação 4.1.

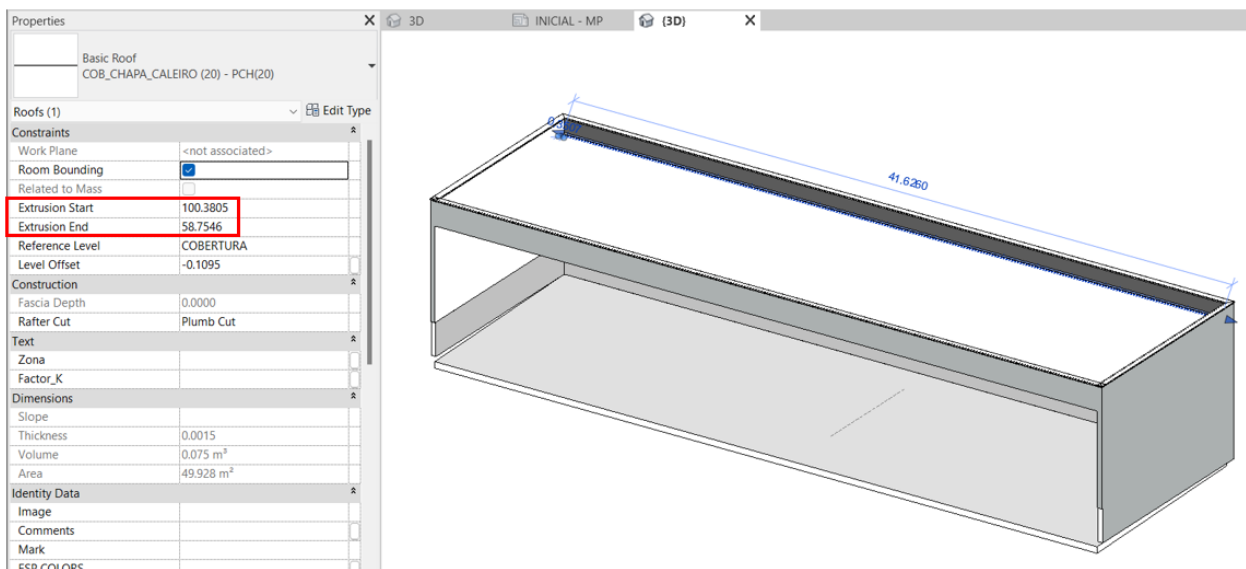


Figura 4.21 – Parâmetros da caleira

$$COMP. = EXT_{START} - EXT_{END} \tag{4.1}$$

onde:

COMP. — é o comprimento da caleira (m);

EXT. START — é a extrusão inicial (m);

EXT. END — é a extrusão final (m).

Portanto a rotina (Figura 4.22) buscou os valores dos parâmetros de extrusão inicial, final e as áreas da cobertura e da caleira, e calculou a subtração dos parâmetros de extrusão, como na equação 4.1. Neste caso, é necessário atribuir os dados corretamente, ou seja, o valor da área para a cobertura e valor do comprimento para a caleira, então foram feitos **Code Blocks** para este feito.

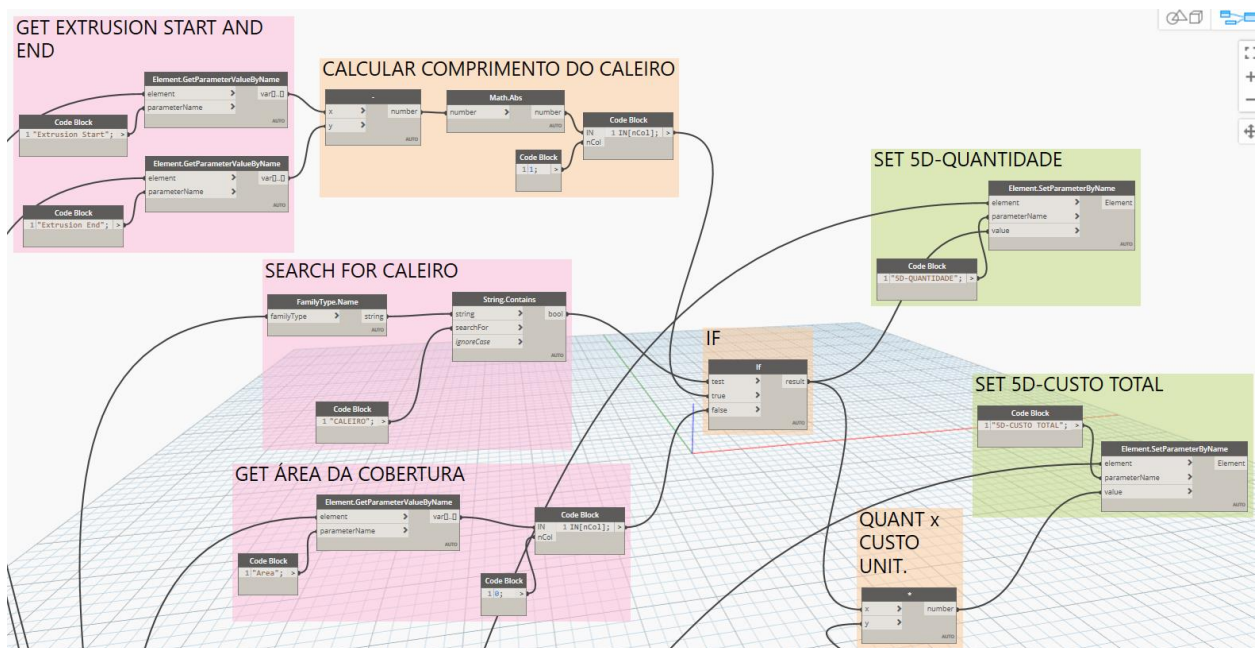


Figura 4.22 – Rotina {Set Parameter}: Extração de quantidades para Roofs

2. Elementos em betão

a. Painéis em betão

Relativamente aos painéis pré-fabricados em betão, estes foram modelados utilizando a categoria de modelos genéricos que não fornece a área do painel, somente a altura e o comprimento, segundo a Figura 4.23.

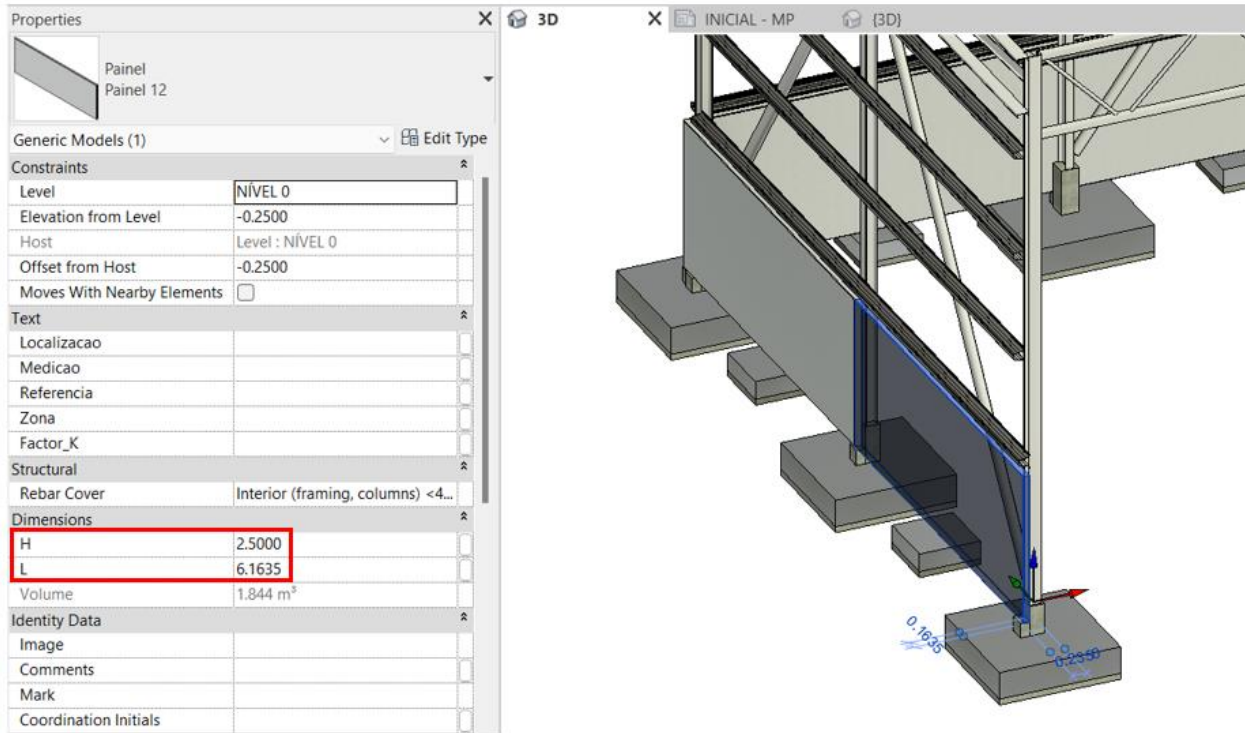


Figura 4.23 – Parâmetros do painel pré-fabricado em betão

Logo, foi necessário calcular a área com recurso a estes parâmetros, conforme a equação 4.2:

$$\text{ÁREA} = H \times L \quad (4.2)$$

onde:

ÁREA — é a área do painel de betão (m²);

H — é a altura do painel de betão (m);

L — é o comprimento do painel de betão (m).

A Figura 4.24 ilustra a rotina elaborada. As medidas altura e largura foram apanhadas por meio do nó **Element.GetParameterValueByName** e foi feito o cálculo.

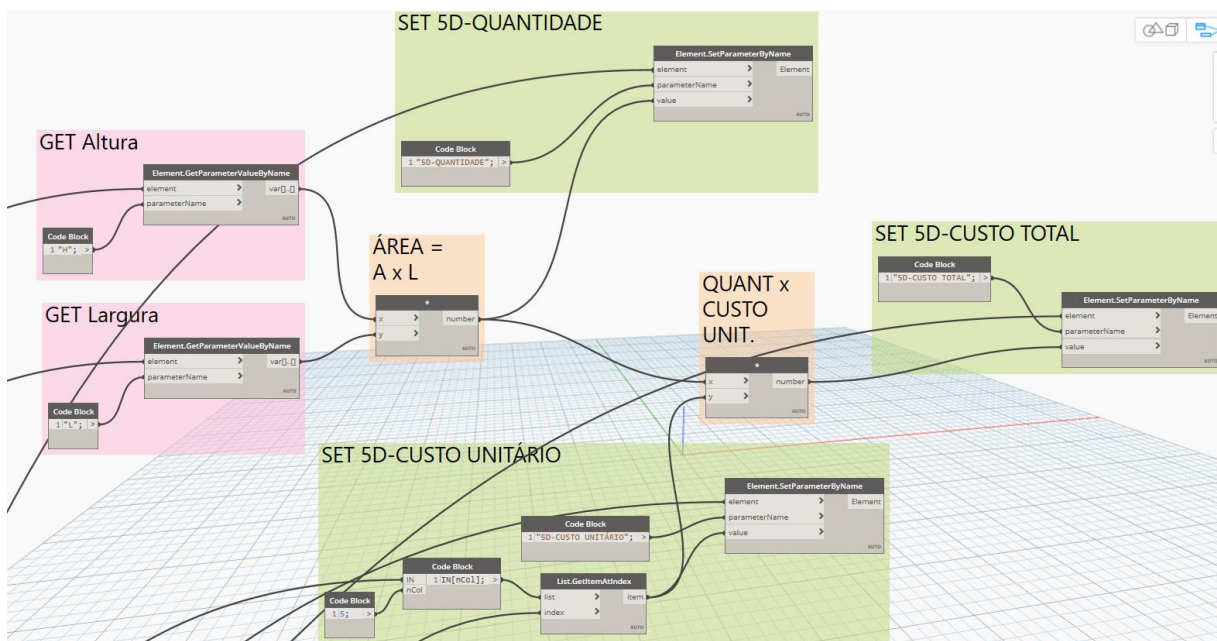


Figura 4.24 – Rotina {Set Parameter}: Extração de quantidades para *Generic Models*

b. Sapatas e plintos

Os elementos de sapatas e plintos são medidos conforme o volume. Para isso, foi utilizado o nó **Solid.Volume**, que mede o volume de cada geometria existente relacionada a categoria. A Figura 4.25 ilustra a rotina que foi elaborada para a categoria de sapatas.

É importante salientar que nesta rotina foi necessário fazer uma separação entre os valores calculados para as sapatas e os valores para o betão de limpeza, porque a sapata e o betão de limpeza foram modelados em conjunto.

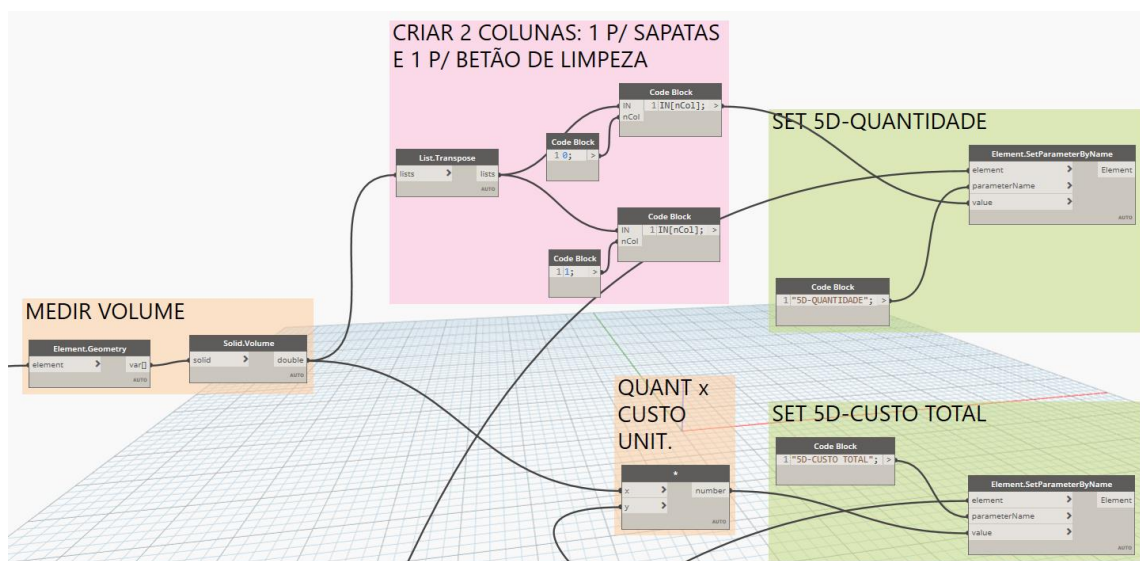


Figura 4.25 – Rotina {Set Parameter}: Extração de quantidades para *Structural Foudations*

3. Elementos metálicos

a. Pilares, vigas, contraventamentos e madres da platibanda

Para estes elementos, o *Revit* não fornece a quantidade de aço em quilogramas, por isso é necessário calculá-la. É possível calculá-la de diversas formas, mas a maneira mais precisa é utilizar o peso do perfil e o comprimento do elemento, conforme a equação 4.3:

$$QTD. = G \times L \tag{4.3}$$

onde:

QTD. — é a quantidade total de aço (kg);

G — é o peso do perfil (kg/m);

L — é o comprimento do elemento (m).

A Figura 4.26 evidencia estas duas medidas de um pilar, sendo uma delas um parâmetro de instância e a outra um parâmetro de tipo.

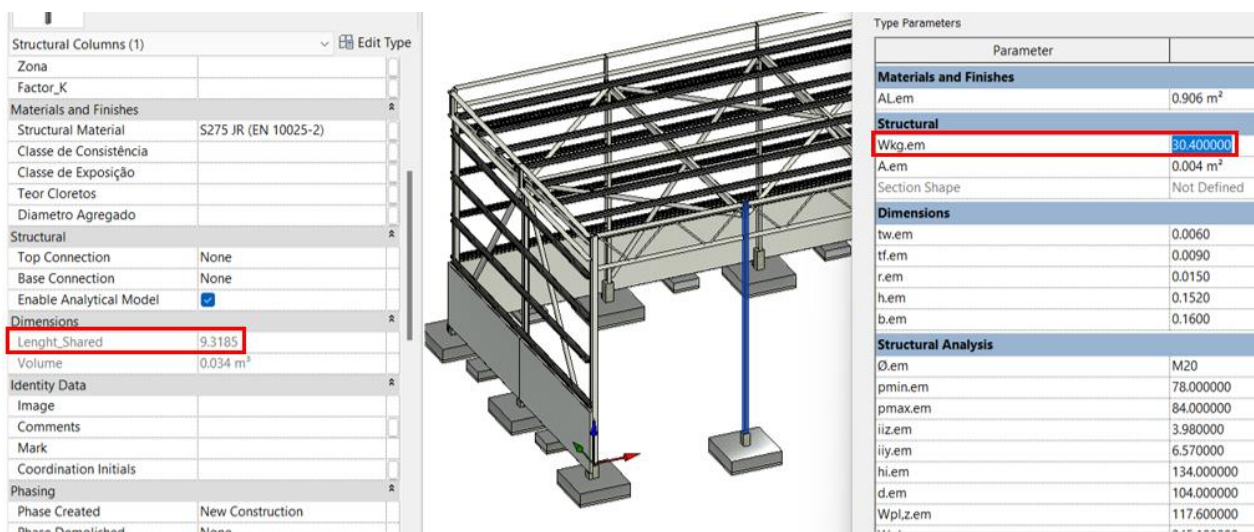


Figura 4.26 – Parâmetros do pilar metálico

A Figura 4.27 ilustra a rotina desenvolvida para a categoria *Structural Columns*, por isso há cálculos para o plinto e para os pilares. Relativamente aos pilares, usou-se o nó **Element.Type**, depois o **Element.GetParameterValueByName** para buscar o valor do peso (“Wkg.em”), uma vez que é um parâmetro de tipo, e usou-se somente o **Element.GetParameterValueByName** para buscar o valor do comprimento (“Length_Shared”). Assim, foi feita a multiplicação e a atribuição dos dados no parâmetro.

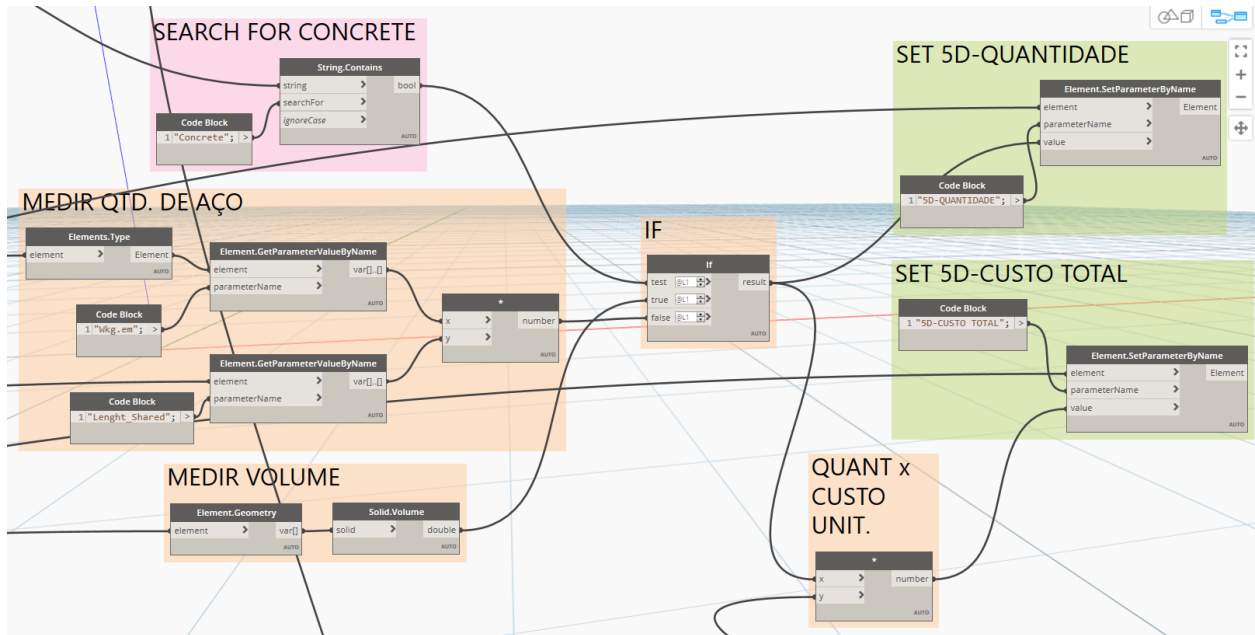


Figura 4.27 – Rotina {Set Parameter}: Extração de quantidades para *Structural Columns*

b. Madres da fachada e da cobertura

Para os elementos de madres da fachada e da cobertura, o *Revit* fornece o comprimento, como mostra a Figura 4.28, designado por “*Cut Length*”, por isso a atribuição de valores foi feita de forma simples.

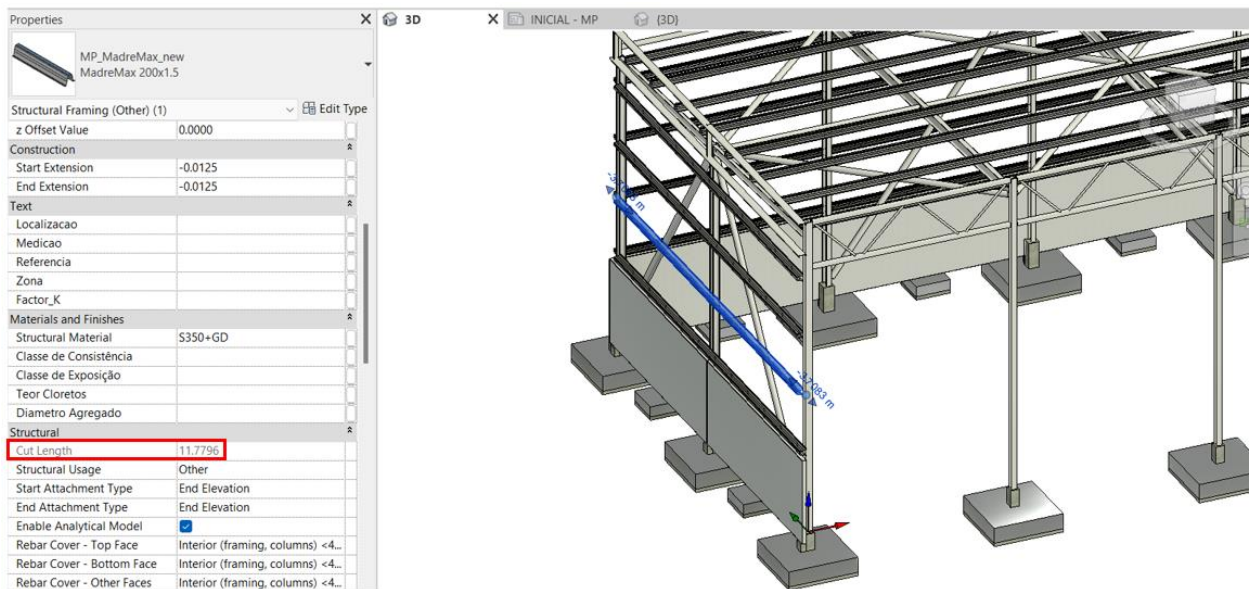


Figura 4.28 – Parâmetros da madre

A Figura 4.29 trata-se da rotina feita para a categoria *Structural Framing*, por isso há cálculos para vigas e para madres. Relativamente às madres, usou-se o nó **Element.GetParameterValueByName** para buscar o valor do seu comprimento (“*Cut Length*”). Assim, foi feita a atribuição deste valor no parâmetro.

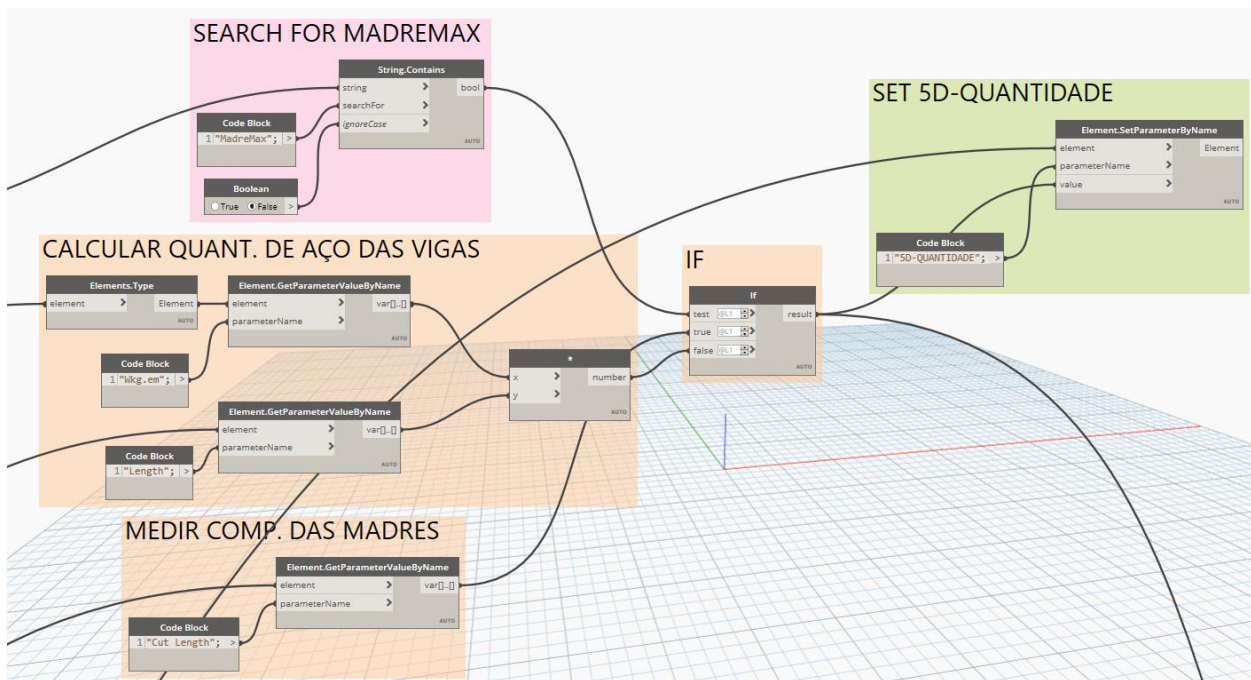


Figura 4.29 – Rotina {Set Parameter}: Extração de quantidades para *Structural Framing*

4.5.6 Considerações Sobre a Modelação

Ao longo do processo de organização de dados, foram detetados alguns problemas relativos à modelação de ambos os modelos, como:

- Caleira – o problema relativo a este elemento foi referido anteriormente e foi resolvido através da rotina. A caleira foi modelada com uma categoria que não continha o parâmetro com o seu comprimento, logo uma solução para este problema é modelar este elemento de forma diferente ao utilizar categorias que fornecem o respetivo parâmetro, possibilitando a extração deste valor, como por exemplo a categoria *Roof: Gutter*;
- Pavimento térreo – este elemento foi modelado no modelo de arquitetura, mas deveria ter sido modelado no modelo de estabilidade, conforme a WBS (Anexo I). Por isso, a especialidade foi corrigida através da rotina de exportação de dados;
- Betão de limpeza – este elemento foi modelado em conjunto com a sapata (Figura 4.30), logo não foi possível atribuir a ele os parâmetros para que fosse considerado na estimativa de custos. O betão de limpeza deve ser modelado separadamente da sapata;

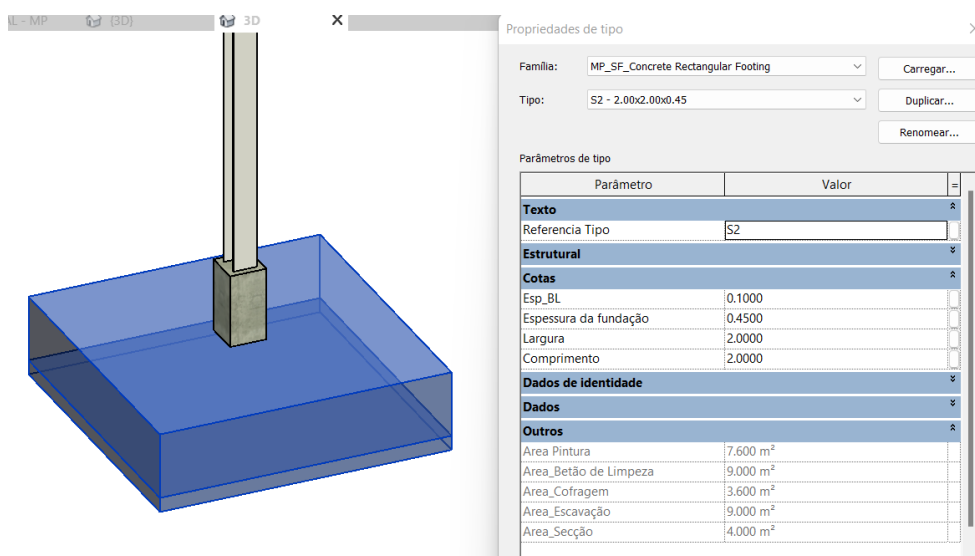


Figura 4.30 – Modelação em conjunto de sapata e betão de limpeza

- Painel de betão pré-fabricado – houve uma duplicação: o painel foi modelado tanto no modelo de estabilidade, quanto no modelo de arquitetura (Figura 4.31), o que provocaria um erro na estimativa de custos. Isto foi corrigido através da classificação: no modelo de arquitetura, as paredes foram classificadas somente com relação ao revestimento e, na estabilidade, com relação aos painéis de betão pré-fabricados. Estes painéis deveriam ser modelados somente no modelo de estabilidade. Para além do referido, os painéis foram modelados na estabilidade com a categoria de modelos genéricos (*“Generic Models”*) que não evidencia que os elementos se tratam de painéis de betão pré-fabricados.

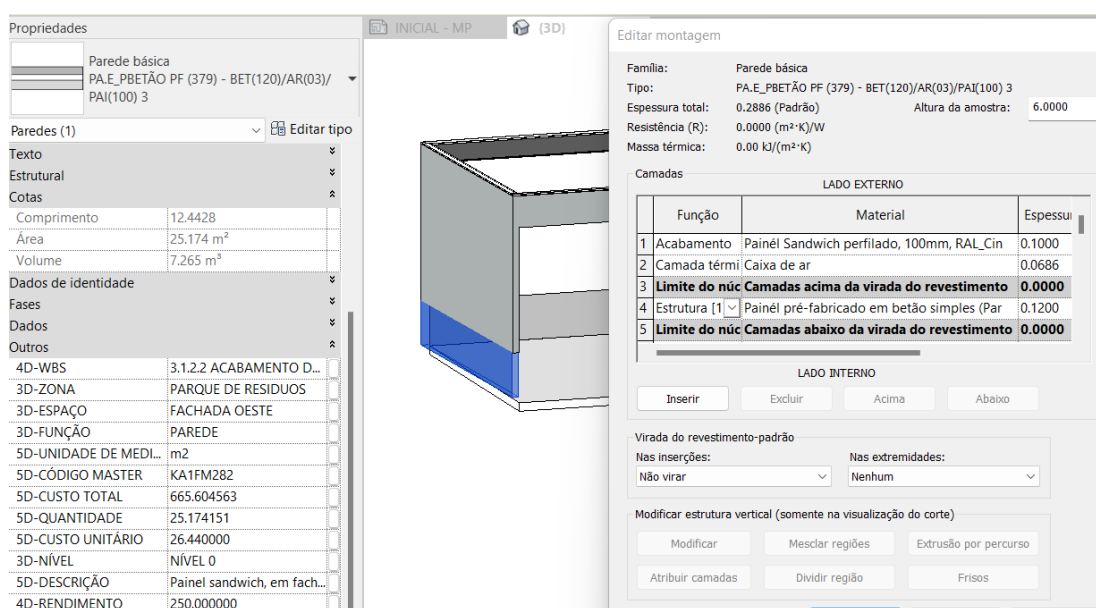


Figura 4.31 – Painel de betão pré-fabricado no modelo de arquitetura

4.6 CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Neste subcapítulo, será utilizado o sistema *Uniclass* 2015 para a classificação da informação em alternativa à parametrização 3D, 4D e 5D. São apresentadas a justificação pela opção deste sistema, a classificação feita de forma manual e automatizada e, ao final, as principais vantagens e desvantagens do uso do *Uniclass*.

4.6.1 Justificação para a Escolha do Sistema de Classificação

A informação foi organizada através do sistema internacional *Uniclass* 2015, que foi escolhido por possuir as seguintes características:

- Ter maior consolidação no mercado e maior aceitação por profissionais e empresas;
- Estar em conformidade com a ISO 12006-2, o que é uma abordagem adequada para ser utilizada com a metodologia BIM e permite a correspondência com outros sistemas;
- Permitir a classificação de toda a informação da construção;
- Ser constantemente atualizado;
- Estar disponível gratuitamente na *internet* em língua inglesa;
- Ser escolhido recentemente para ser utilizado como base para o sistema nacional *SECCLasS*.

O *OmniClass* também poderia ter sido escolhido, uma vez que este sistema e o *Uniclass* são semelhantes e possuem abordagens adequadas para a metodologia BIM, como referido no capítulo 3; porém o *OmniClass* é considerado menos consistente e a sua estrutura foi desenvolvida com base nos sistemas construtivos dos Estados Unidos, por isso não foi escolhido para a classificação da informação deste trabalho.

Além do referido acima, a Multiprojectus trabalha com certa frequência com a certificação BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) para avaliar o nível de sustentabilidade e o desempenho energético dos edifícios projetados. O BREEAM foi desenvolvido por uma organização do Reino Unido pelo que exige documentos que envolvem o sistema britânico *Uniclass* 2015, logo, a adoção deste sistema pode ser benéfica para a empresa.

4.6.2 Classificação da Informação com recurso ao *Uniclass* 2015

Como foi mencionado no capítulo 3, o *Uniclass* 2015 possui doze tabelas, mas neste trabalho serão utilizadas somente as cinco listadas no Quadro 4.8, porque satisfazem o objetivo do trabalho, uma vez que permitem classificar o tipo de empreendimento, o tipo de edifício e os elementos do modelo.

Para a classificação dos elementos, é possível optar por uma classificação mais ou menos detalhada utilizando uma, duas ou todas as tabelas [Elementos/Funções], [Sistemas] e [Produtos], dependendo da fase do projeto e do seu nível de desenvolvimento (LOD). Por exemplo, na fase de conceção do projeto em que o modelo possui LOD 100, os elementos podem ser classificados somente através de [Elementos/Funções].

Neste trabalho, embora os modelos possuam LOD 200, numa fase de anteprojecto, optou-se por uma classificação mais detalhada, utilizando as três tabelas, porque tem como objetivo organizar a informação para uma estimativa orçamental.

A última atualização destas tabelas foi feita em janeiro de 2022 em que sete tabelas foram revistas.

Quadro 4.8 – Listagem de tabelas do *Uniclass* 2015 utilizadas

Código	Designação
Co	<i>Complexes</i> (Complexos)
En	<i>Entities</i> (Entidades)
EF	<i>Elements/Functions</i> (Elementos/Funções)
Ss	<i>Systems</i> (Sistemas)
Pr	<i>Products</i> (Produtos)

Portanto, a Figura 4.32 ilustra a classificação utilizando as tabelas referidas para o elemento de paredes. Os códigos e as descrições do complexo e da entidade são parâmetros contidos na informação de projeto, portanto é o mesmo para todo o projeto. A partir de [Elemento/Função], os códigos e descrições mudam conforme o tipo do elemento, porque são parâmetros de tipo. A classificação para os outros elementos é feita de forma semelhante.

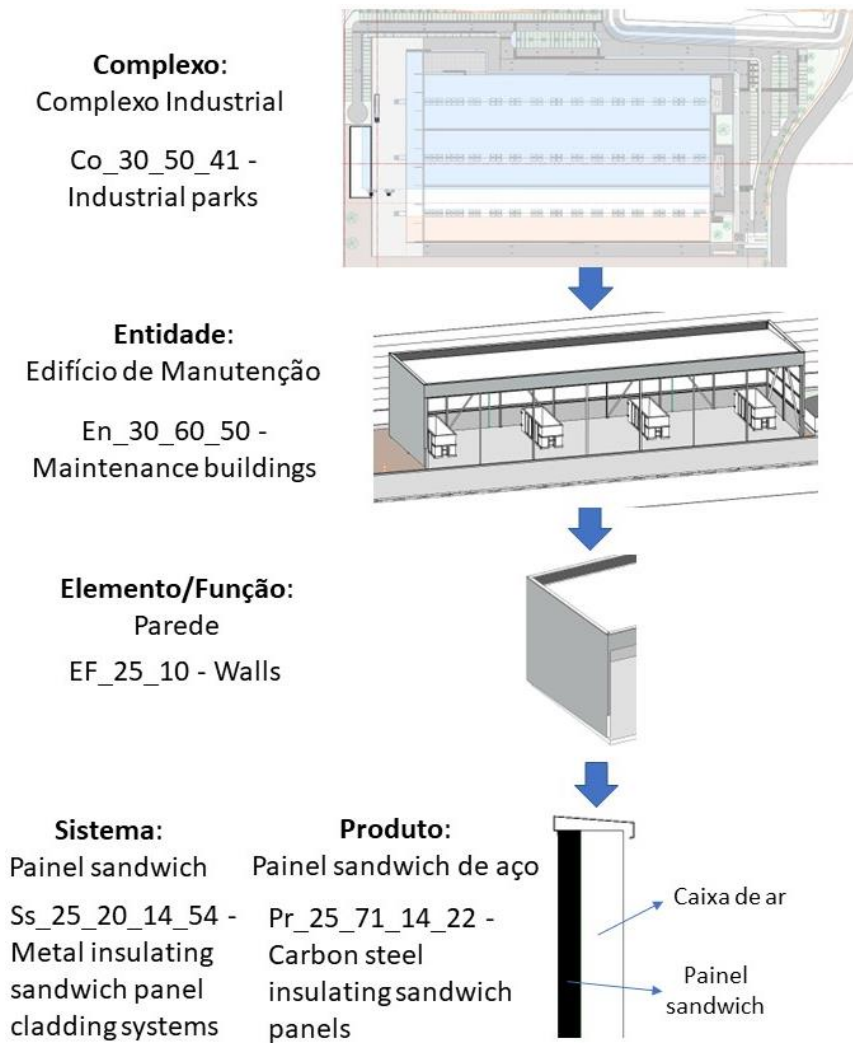


Figura 4.32 – Classificação de paredes com o *Uniclass* 2015

O processo de classificação foi feito de duas maneiras distintas, como será demonstrado abaixo:

a) Classificação de forma manual

Primeiro, o modelo foi classificado utilizando o *Classification Manager* do *BIM Interoperability Tools* no *Revit* de forma manual, como mostra a Figura 4.33 para a classificação do pavimento térreo.

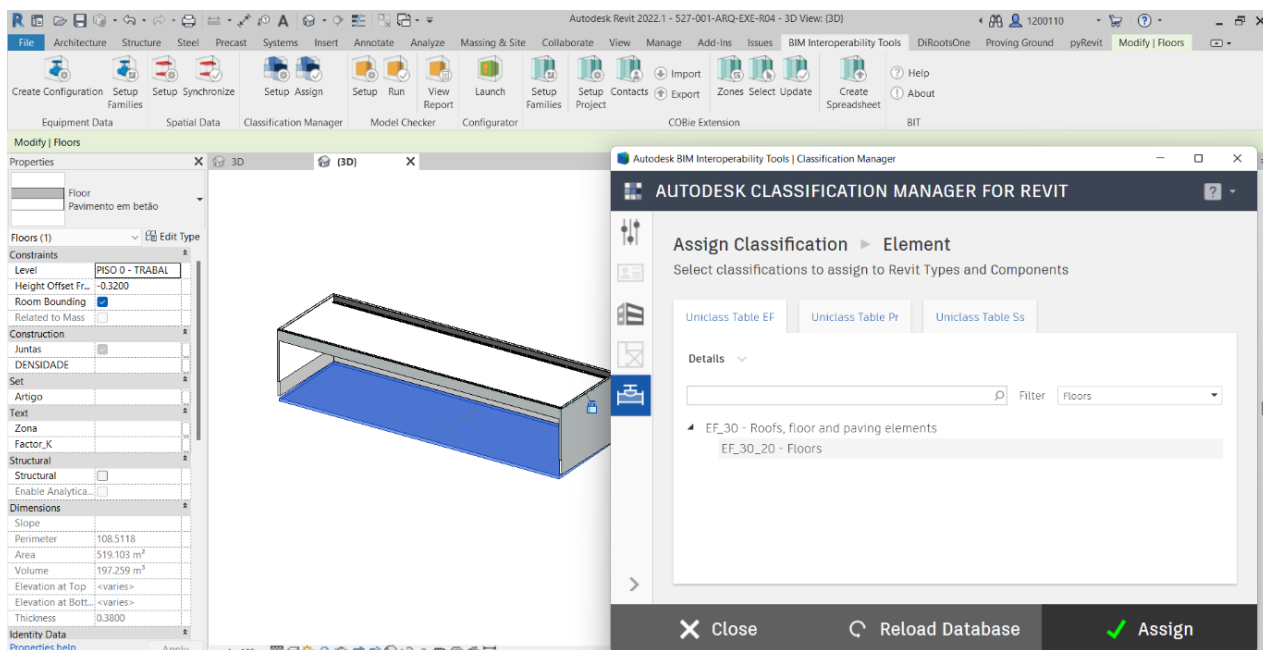


Figura 4.33 – Classificação do pavimento térreo com o BIM *Interoperability Tools*

A Figura 4.34 mostra os dados armazenados nos parâmetros de tipo do elemento do pavimento térreo.

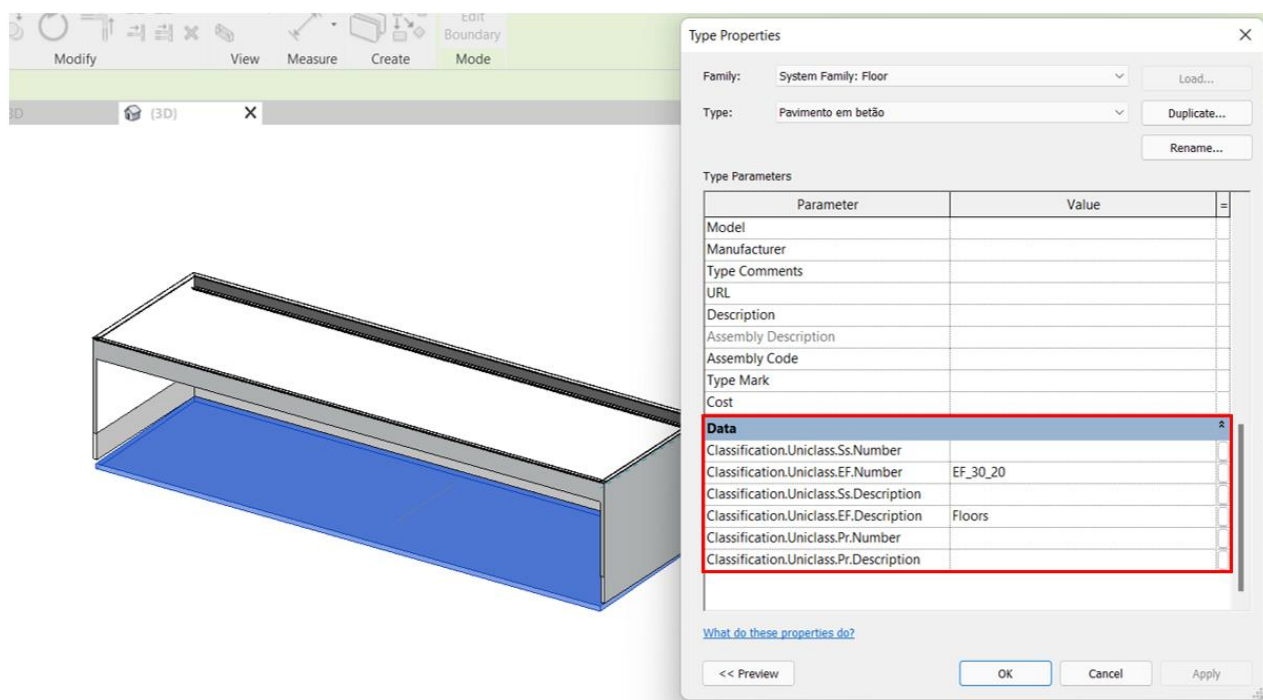


Figura 4.34 – Pavimento térreo classificado com a tabela [Elemento/Função] do *Uniclass*

A aplicação *Classification Manager* efetua um processo de mapeamento, parcialmente automatizado, ao fazer uma correspondência com as categorias do modelo do *Revit*, e ao filtrar a tabela, como é possível ver na Figura 4.33, em que só aparece a classificação para elementos de piso.

Embora a aplicação apresente este recurso, o processo de classificação por meio dela é moroso e suscetível a erros, principalmente para as tabelas de [Sistemas] e [Produtos], que são as mais extensas, por isso é melhor automatizá-lo ainda mais.

b) Classificação de forma automatizada

Para o processo automatizado de classificação, foram desenvolvidas rotinas de importação do tipo *{Set Parameter}* para a importação dos códigos e das descrições do *Uniclass 2015*. No *Excel*, foi preenchida uma tabela (Figura 4.35) na folha designada por “UNICLASS”, com todos os dados relativos ao *Uniclass 2015*, que será utilizada nas rotinas. Esta tabela também inclui alguns “dados de apoio” correspondentes à especialidade do modelo, à categoria, à família, ao tipo e ao 5D-DESCRIÇÃO do elemento. O Anexo II apresenta esta tabela na íntegra.

MODELO	5D-DESCRIÇÃO	CATEGORY	FAMILY	TYPE	UNICLASS EF NUMBER	UNICLASS EF DESCRIPTION	UNICLASS Ss NUMBER	UNICLASS Ss DESCRIPTION	UNICLASS Pr NUMBER	UNICLASS Pr DESCRIPTION
ARQUITETURA	Pavimento térreo com juntas de retração: Betão=17cm + 25kg/m³ + 6/7kg/m³.	Floors	Floor	Pavimento em betão	EF_30_20	Floors	Ss_30_14_15_16	Concrete paving systems	Pr_20_85_14_16	Concrete solid slabs
ARQUITETURA	Chapa exterior KINGSPAN T2-56 RST13 com 0,50mm na horizontal.	Roofs	Basic Roof	COB_CHAPA (29) - PCH(29)	EF_30_10	Roofs	Ss_30_40_50_13	Carbon steel sheet fully supported roof covering systems	Pr_25_71_51_33	Galvanized carbon steel profiled sheets
ARQUITETURA	Calceiros simples em chapa galvanizada com 1,2mm de espessura, com desenvolvimento até 625mm.	Roofs	Basic Roof	COB_CHAPA_CALEIRO (20) - PCH(20)	EF_30_10	Roofs	Ss_30_75_50_11	Carbon steel sheet gutter lining systems	Pr_25_71_51_33	Galvanized carbon steel profiled sheets
ARQUITETURA	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	Walls	Basic Wall	PA.E_PBETÃO PF (379) - BET(120)/AR(03)/PAI(100) 3	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_14_54	Metal insulating sandwich panel cladding systems	Pr_25_71_14_22	Carbon steel insulating sandwich panels
ARQUITETURA	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	Walls	Basic Wall	PA.E_PSANDWICH (379) - AR(150)/PAI(100) 2	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_14_54	Metal insulating sandwich panel cladding systems	Pr_25_71_14_22	Carbon steel insulating sandwich panels
ARQUITETURA	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	Walls	Basic Wall	PA.E_PSANDWICH (60) - AR(105)/PAI(60)	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_14_54	Metal insulating sandwich panel cladding systems	Pr_25_71_14_22	Carbon steel insulating sandwich panels
ARQUITETURA	Chapa simples perfilada pré-lacada, tipo FTB9 da FTB, com 0,50mm de espessura em revestimentos da platibanda.	Walls	Basic Wall	CHAPA TESTA 15MM	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_50_11	Carbon steel sheet fully supported wall-covering systems	Pr_25_71_51_33	Galvanized carbon steel profiled sheets
ESTRUTURA	Painéis de betão pré-fabricados maciços com 16 cm de espessura.	Generic Models	Painel	Painel 12	EF_25_10	Walls	Ss_25_11_16_65	Precast concrete wall systems	Pr_20_85_60_15	Concrete panelled modules
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	MP_SC_Steel HE	HE160A	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_30_75_35	Heavy steel column systems	Pr_20_85_16_11	Carbon steel columns
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	MP_SC_Steel IPE	IPE270	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_30_75_35	Heavy steel column systems	Pr_20_85_16_11	Carbon steel columns
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	MP_SC_Steel HE	HE200A	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_30_75_35	Heavy steel column systems	Pr_20_85_16_11	Carbon steel columns
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	MP_SC_Steel IPE	IPE140	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_30_75_35	Heavy steel column systems	Pr_20_85_16_11	Carbon steel columns

Figura 4.35 – Folha “UNICLASS”: Dados do *Uniclass 2015* importados

Foram então desenvolvidas mais sete rotinas no *Dynamo* semelhantes às anteriores, possuem a mesma lógica, mas diferem delas somente no que diz respeito à atribuição dos dados aos elementos. Os dados foram atribuídos de acordo com o tipo dos elementos, pois os parâmetros do *Uniclass* pertencem ao tipo, enquanto nas anteriores, os dados foram atribuídos de acordo com o 5D-CÓDIGO MASTER, e os parâmetros pertenciam à instância.

A Figura 4.36 ilustra a visão geral da rotina que busca todos os elementos da categoria de paredes, todos os dados do ficheiro *Excel* e atribui estes dados nos parâmetros de cada elemento.

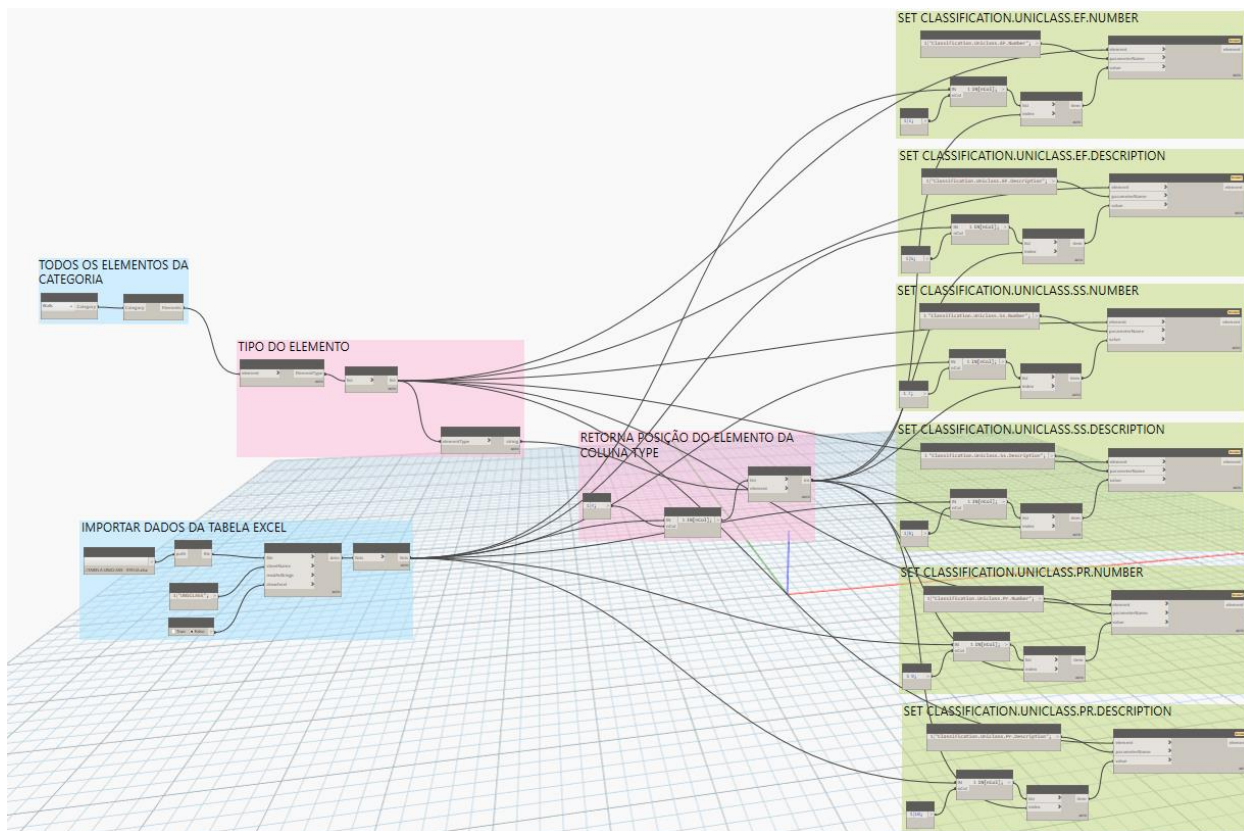


Figura 4.36 – Visão geral da rotina *{Set Parameter}* para importação de dados do *Uniclass*

Em resumo, para a rotina *{Set Parameter}* dos códigos e designações do *Uniclass* 2015:

1. Buscar todos os elementos da categoria no modelo e importar os dados da folha “UNICLASS” do ficheiro *Excel*;
2. Buscar os tipos dos elementos do modelo. Depois o nó **List.IndexOf** faz a correspondência entre os dados do *Revit* e os dados da coluna “TYPE” da folha “UNICLASS” e retorna a posição da linha deste dado, para atribuir corretamente os dados nos parâmetros dos elementos. A Figura 4.37 ilustra os passos 1 e 2;

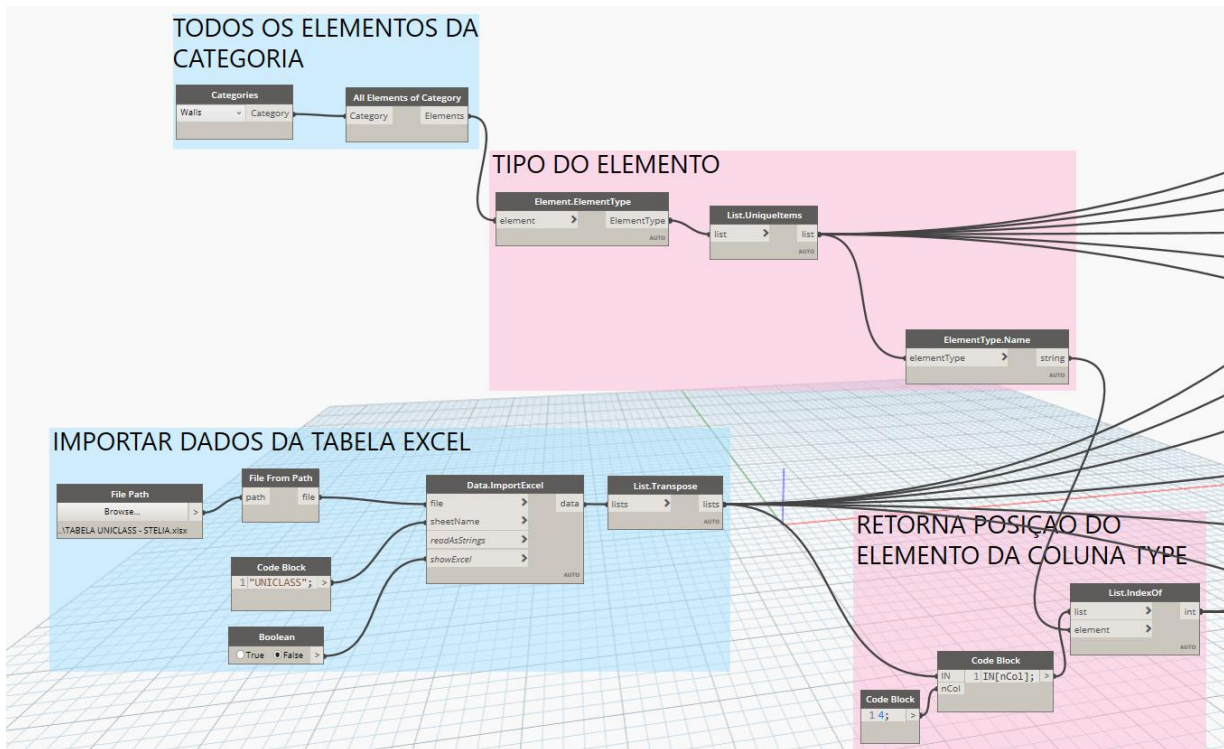


Figura 4.37 – Rotina {Set Parameter} para o Uniclass 2015: Início

3. Atribuir os dados nos parâmetros do *Uniclass 2015*. Neste caso, foi preciso descarregar o pacote “*Rhythm*” no *Dynamo* para obter um nó que atribuisse os dados aos parâmetros de tipo. A Figura 4.38 evidencia a atribuição para a tabela [Elementos/Funções]. Para as outras tabelas, a atribuição é semelhante.

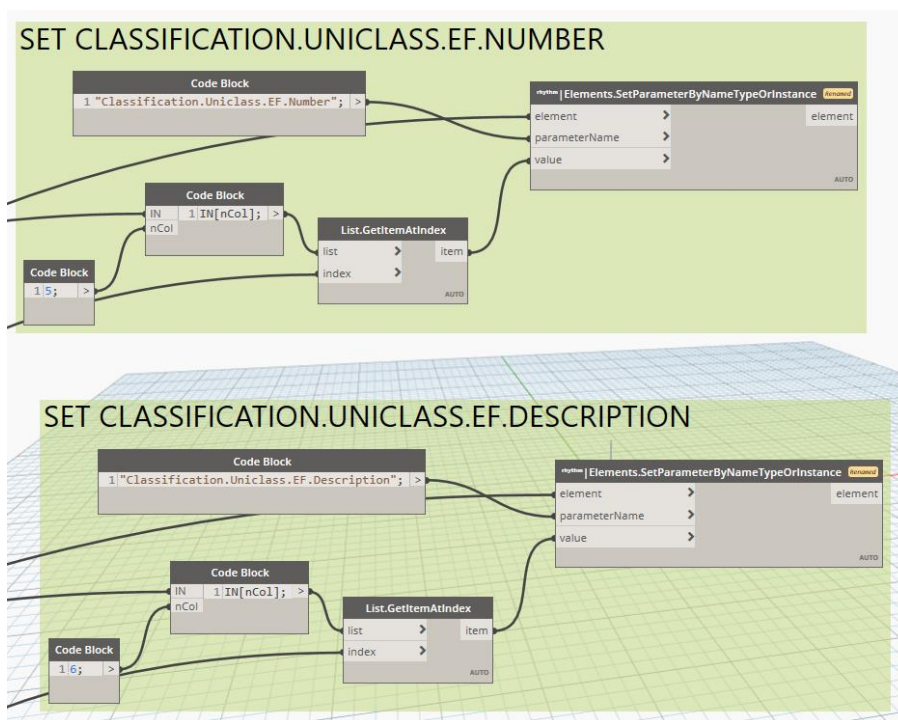


Figura 4.38 – Rotina {Set Parameter} para o Uniclass 2015: Fim

Assim, foi possível classificar todos os elementos mais rapidamente. A Figura 4.39 apresenta a parede classificada com os parâmetros referidos anteriormente e com os códigos, e descrições do *Uniclass* 2015.

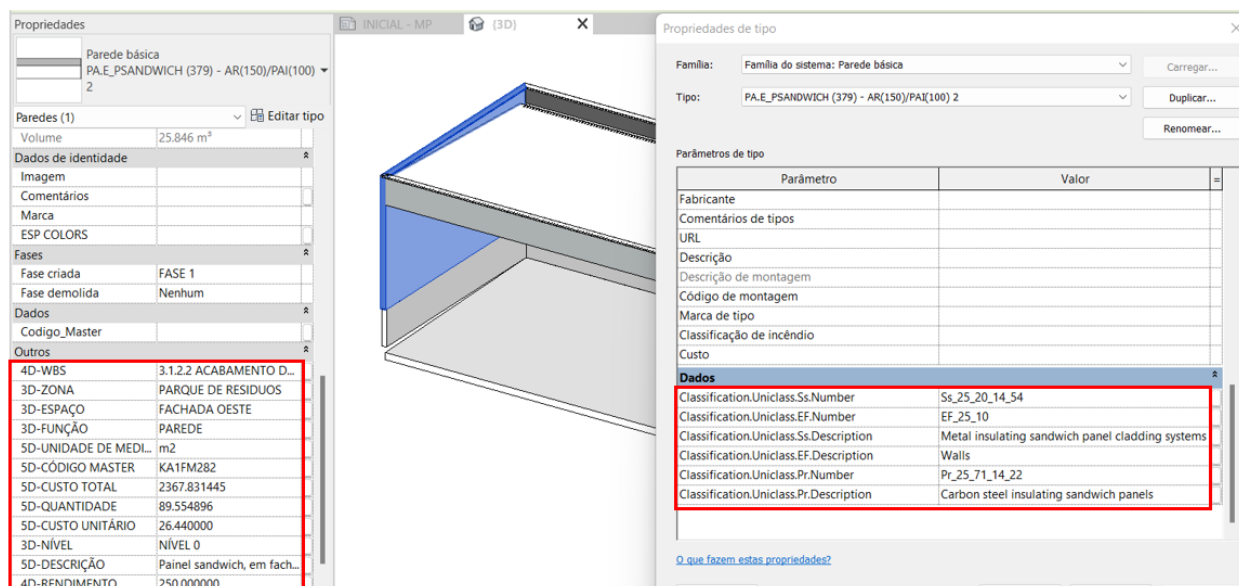


Figura 4.39 – Parede classificada com o *Dynamo*

4.6.3 Vantagens e Desvantagens do Uso do *Uniclass* 2015

O *Uniclass* 2015 é um sistema abrangente, bem consolidado e unificado, voltado para a indústria da construção que fornece uma abordagem favorável aos processos baseados na metodologia BIM. Este sistema possui muitas vantagens como foi referido no subcapítulo 4.6.1, mas foi possível perceber mais uma:

Os elementos são classificados com os mesmos termos e os mesmos códigos (nos dois primeiros dígitos), pois as tabelas estão correlacionadas por meio de grupos, o que facilita o processo de classificação. As tabelas [Complexos], [Entidades], [Espaços/Locais] e [Atividades] possuem os mesmos grupos. Os [Elementos/Funções] e [Sistemas] também. Relativamente ao exemplo ilustrado na Figura 4.32 para paredes, a seguinte codificação foi apresentada:

- Grupo 30: Industrial – o complexo industrial possui o código “Co_30” e a entidade industrial possui o código “En_30”;
- Grupo 25: Paredes e barreiras – os elementos de paredes e barreiras possui o código “EF_25” e os sistemas de paredes e barreiras possui o código “Ss_25”.

Torna-se evidente a constatação de uma desvantagem deste sistema: as tabelas são muito extensas, por exemplo, a tabela de [Sistemas] contém mais de 2.300 linhas e a de [Produtos] contém mais de 7.700 linhas, o que torna o processo de classificação exaustivo. Como já foi visto no capítulo 3, esta desvantagem está correlacionada ao facto de o *Uniclass* ser um sistema tradicional cuja estrutura subdivide os tipos em subtipos, gerando longas tabelas.

Voltando ao exemplo que foi dado no capítulo 3 para a classe de portas, a tabela de [Produtos] permite múltiplas formas de classificação: as portas podem ser classificadas conforme seu modo de operação, seu tipo, seu material ou seus componentes. O Quadro 4.9 demonstra alguns exemplos para classificar portas e o 4.10 para classificar pias e lavatórios.

Quadro 4.9 – Tabela de [Produtos] para a classificação de portas

Código	Designação
Pr_30_59_23	<i>Door frames and leaves</i>
Pr_30_59_23_02	<i>Aluminium door frames</i>
Pr_30_59_23_53	<i>Metal door leaves</i>
Pr_30_59_24	<i>Doorsets</i>
Pr_30_59_24_04	<i>Automatic revolving doorsets</i>
Pr_30_59_24_28	<i>Fire doorsets</i>
Pr_30_59_24_30	<i>Flexible doorsets</i>
Pr_30_59_24_52	<i>Metal doorsets</i>
Pr_30_59_24_84	<i>Sliding shutter doorsets</i>

Portanto, como pode ser difícil seleccionar um único aspeto ou princípio de especialização, é necessário que os utilizadores do sistema tenham cuidado e tentem seguir um padrão para a classificação dos elementos com o intuito de não haver nenhuma confusão nas fases subsequentes de Projeto.

Outra desvantagem deste sistema é o facto de estar adaptado à realidade britânica. Por isso em alguns casos, as designações dos objetos das tabelas não são compreensíveis, por tratarem de sistemas que não são utilizados em Portugal ou por estarem na língua inglesa. Como exemplo, para classificar um lavatório, os termos *recessed washbasin* e *under-mounted washbasins* apresentados no Quadro 4.10 não são compreensíveis à primeira vista. Após uma pesquisa, chegou-se a conclusão de que *recessed washbasin* é um lavatório encastrado que é montado nivelado à bancada, deixando assim muito pouco da bacia saliente acima dela e existem três tipos deste lavatório, sendo o *under-mounted washbasins* um deles, que também apresentam a bacia localizada sob a bancada e diferem apenas nos sistemas de montagem e na altura da bacia que se projeta acima da superfície da bancada.

Quadro 4.10 – Tabela de [Produtos] para a classificação de pias e lavatórios

Código	Designação
Pr_40_20_96	<i>Washbasins, sinks and troughs</i>
Pr_40_20_96_15	<i>Ceramic sinks</i>
Pr_40_20_96_18	<i>Countertop washbasins</i>
Pr_40_20_96_42	<i>Integral washbasins and vanity tops</i>
Pr_40_20_96_44	<i>Janitorial sinks</i>
Pr_40_20_96_45	<i>Kitchen sinks</i>
Pr_40_20_96_63	<i>Pedestal washbasins</i>
Pr_40_20_96_70	<i>Recessed washbasins</i>
Pr_40_20_96_81	<i>Sinks</i>
Pr_40_20_96_92	<i>Under-mounted washbasins</i>
Pr_40_20_96_96	<i>Wall-hung washbasins</i>
Pr_40_20_96_97	<i>Wash basin, soap dispenser and hand dryer units</i>

4.7 CONCLUSÕES

As rotinas feitas no *Dynamo* permitiram automatizar o processo de classificação com eficiência. É de ressaltar que foram feitas levando em consideração os “dados de apoio”, a forma como os elementos foram modelados, a disponibilidade e os tipos dos parâmetros. Por isso, elas podem variar de projeto para projeto ou de modelo para modelo.

São agora apresentadas algumas conclusões e recomendações sobre os procedimentos de classificação realizados, em relação à Garcia, Garcia.

Para permitir maior automatização e produtividade, a equipa projetista deve organizar e classificar os objetos BIM e mantê-los numa biblioteca, assim todos os objetos serão modelos já com seus respectivos códigos e descrições. Para além disso, é necessário corrigir as questões relativas à modelação referidas no subcapítulo 4.5, utilizando as categorias corretas para disponibilizar os parâmetros necessários com o intuito de aprimorar ainda mais o processo de extração de quantidades.

Os dois procedimentos de classificação realizados são duas maneiras distintas de organizar a informação, que podem se complementar, principalmente no que diz respeito aos parâmetros relativos à estimativa de custos. A classificação por meio do conjunto de parâmetros estipulado é vantajosa, pois permite uma integração da geometria, do planeamento e dos custos, sendo orientada às necessidades internas da empresa e permitindo que esta trabalhe com a dimensão 5D. Possibilita também a integração dos setores de projeto, planeamento e orçamentação.

CAPÍTULO 4

Comparativamente ao procedimento de classificação anterior, a vantagem que a classificação com o sistema *Uniclass* 2015 traz é a classificação em três níveis de especificação (Elementos, sistemas e produtos) e o facto de ser um sistema bem aceito pelo mercado e por possíveis clientes estrangeiros, e a desvantagem é o facto de o sistema possuir designações em língua inglesa, o que pode não ser acessível a todos os colaboradores da empresa.

Ainda relativamente ao *Uniclass*, é preciso que haja uma seleção de suas tabelas, isto é, apagar todos os itens que não são relevantes à empresa com o objetivo de reduzi-las para que estejam voltadas às suas necessidades, facilitando o processo de classificação.

Tendo em vista as desvantagens deste sistema, outra possibilidade para a empresa é aguardar a consolidação do sistema português *SECClasS*, que se encontra em fase de testes, e adotá-lo, uma vez que possui interoperabilidade com o *Uniclass*. Assim como o *Uniclass*, o *SECClasS* também deve ser ajustado às necessidades da organização.

CAPÍTULO 5

CASO DE ESTUDO: EXPORTAÇÃO E APRESENTAÇÃO DE DADOS

5.1 EXPORTAÇÃO DE DADOS PARA O EXCEL

Para a exportação dos dados de forma automatizada, foram desenvolvidas mais sete rotinas do tipo *{Get Report}* no *Dynamo*, que são semelhantes entre si, só diferem quanto à especialidade do modelo. Além destas, também foi criada uma para exportação dos dados do projeto.

A rotina da Figura 5.1 busca todos os parâmetros que são considerados importantes, como os parâmetros 3D, 4D, 5D, *Unique ID*, *Element ID*, tipo, categoria, família, os códigos e as descrições do *Uniclass 2015*, e exporta para folhas num ficheiro *Excel*. Os processos estão representados por cores:

- Processos de entradas – azul;
- Processos intermediários – laranja ou verde;
- Processos de saídas – rosa.

Segue uma explicação resumida para estas rotinas, utilizando a categoria de paredes como exemplo:

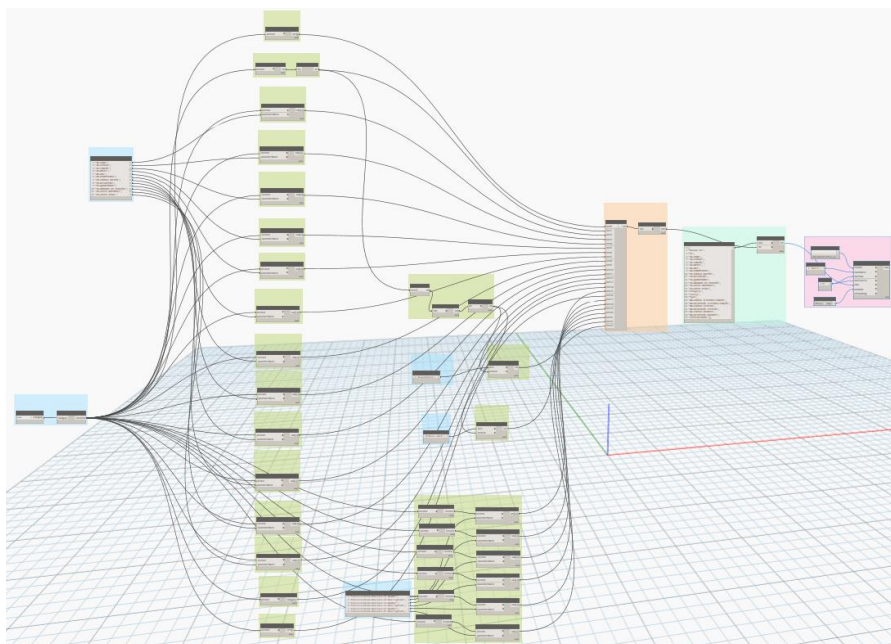


Figura 5.1 – Visão geral da rotina do *Dynamo* para exportação de dados

1. A primeira parte da rotina trata-se da busca dos parâmetros desejados.

Para buscar os dados de *Element Id*, *Unique Id*, *Categoria* e *Tipo*, o *Dynamo* possui nós próprios que os buscam diretamente. Os outros parâmetros precisam dos respetivos nomes e do nó **Element.GetParameterValueByName**, já os parâmetros relativos ao *Uniclass* precisam também do **Element.Type**, uma vez que são parâmetros de tipo. A Figura 5.2 e 5.3 apresentam exemplos para alguns parâmetros.

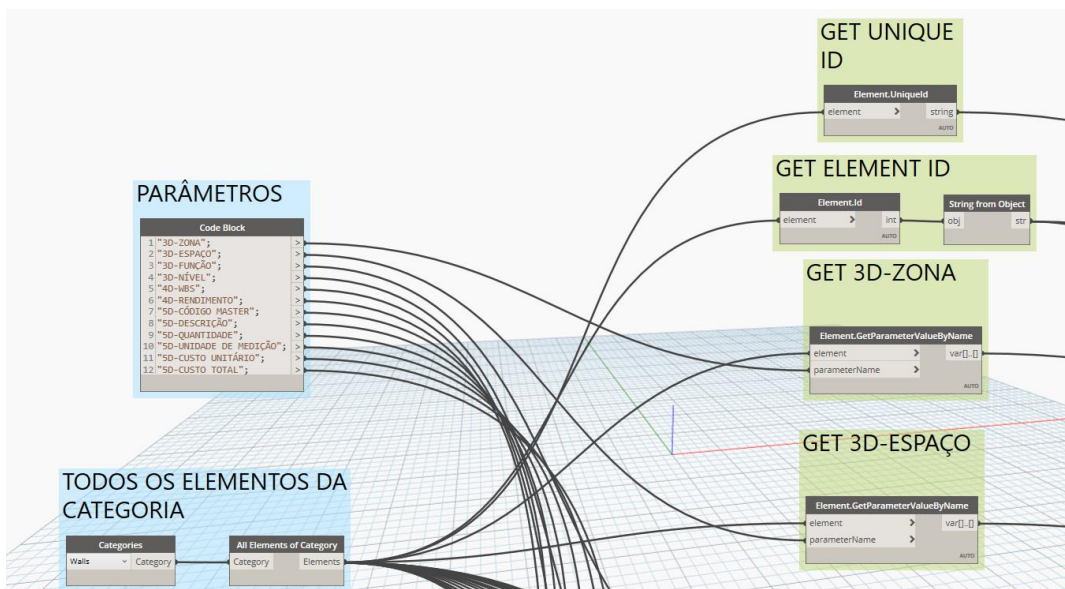


Figura 5.2 – Rotina {Get Report}: Busca de parâmetros

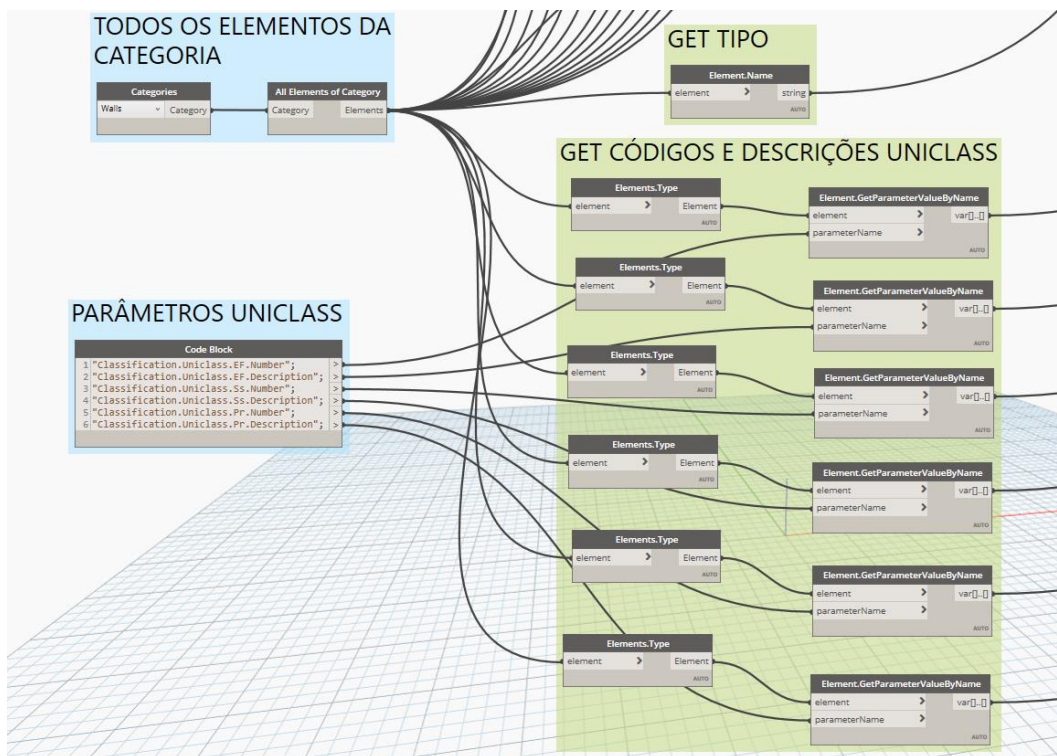


Figura 5.3 – Rotina {Get Report}: Busca de parâmetros do Uniclass 2015

A Figura 5.4 ilustra a criação de uma coluna com o nome da especialidade do modelo e outra com o nome da família. O nó **Family.Name** do *Dynamo* permite buscar o nome da família de cada elemento, porém, devido a alguma limitação do modelo de arquitetura, ele retornava o nome dos tipos dos elementos e não das famílias, por isso não foi utilizado.

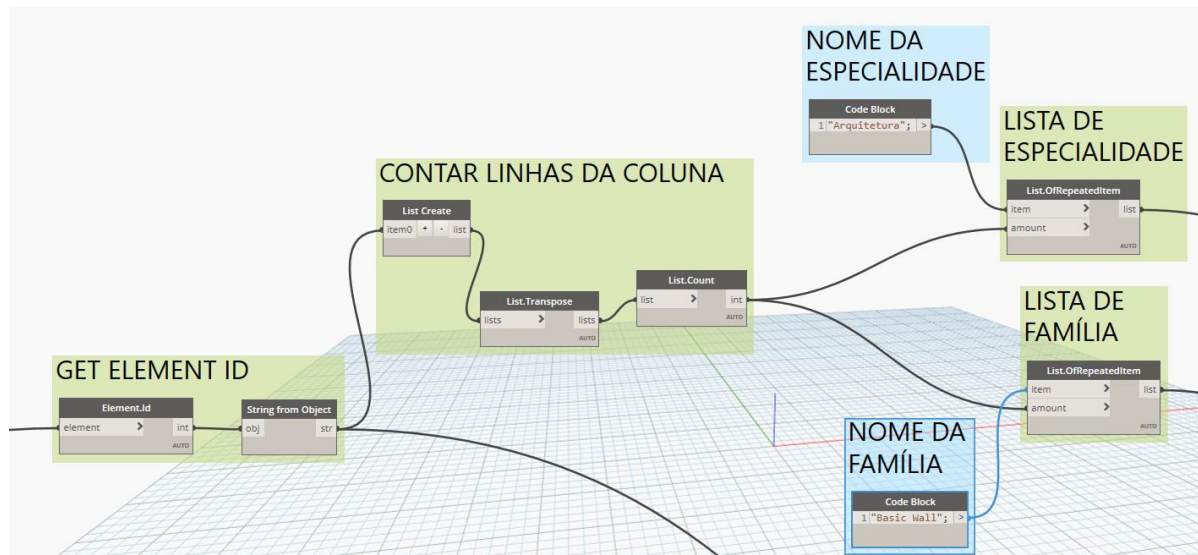


Figura 5.4 – Rotina {Get Report}: Especialidade e família

2. Conforme a Figura 5.5, todos os parâmetros são colocados numa lista e também são criados os nomes dos cabeçalhos das colunas.
3. Por fim, os dados são exportados para a folha “WALLS” do ficheiro “GET_REPORT_STELIA” do Excel.

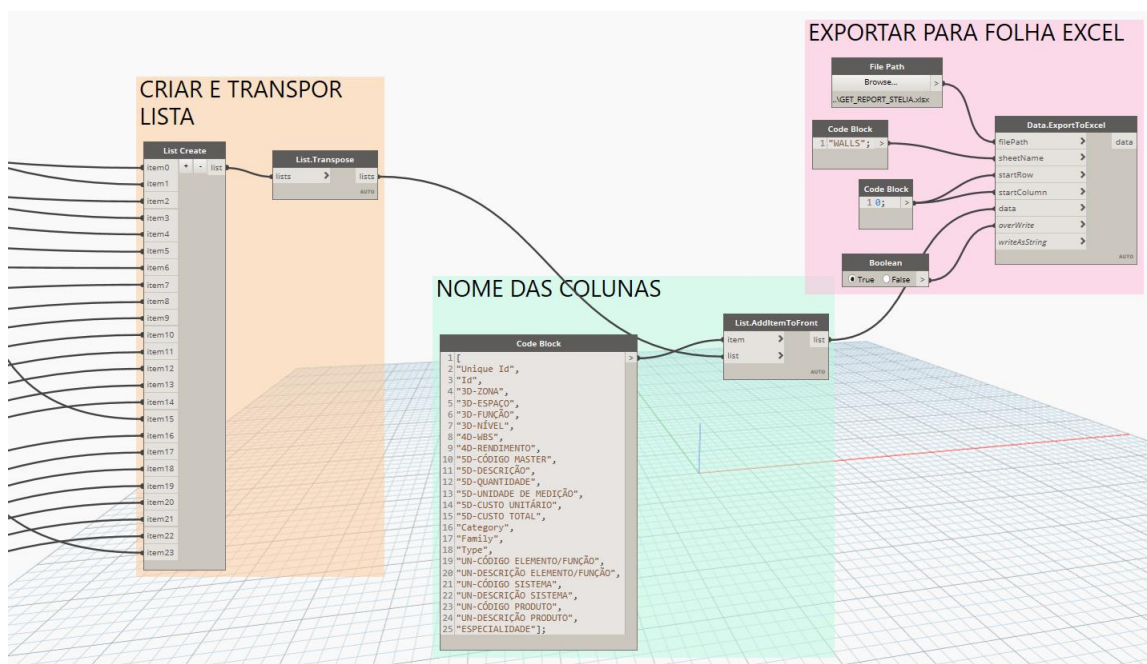


Figura 5.5 – Rotina {Get Report}: Criação de lista, dos nomes das colunas e exportação

A Figura 5.6 demonstra os dados exportados referentes à cada categoria separada por folhas.

Unique Id	3D-ZONA	3D-ESPAC	3D-FUNÇ	3D-NÍVEL	4D-WBS	4D-RENDI	5D-CÓDIG	5D-DESCR	5D-QUAN	5D-UNIDA	5D-CUSTO	5D-CUSTC	Category	Family	Type	UN-CODIC	UN-DESCF	UN-CÓDIC	UN-DESCF	UN-CODIC	UN-DESCF	ESPECIALIDADE
f6e49410 4049258	PARQUE (FACHADA	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2	AC	250	KA1FM28	Panel san	25,1742	m2	31,728	798,725	Walls	Basic Wall	PA_E_PBE	EF_25_10	Walls	Ss_25_20	Metal Insi	Pr_25_71	Carbon st	Arquitetura
f6e49410 4049259	PARQUE (FACHADA	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2	AC	250	KA1FM28	Panel san	89,5549	m2	31,728	2841,4	Walls	Basic Wall	PA_E_PSA	EF_25_10	Walls	Ss_25_20	Metal Insi	Pr_25_71	Carbon st	Arquitetura
f6e49410 4049804	PARQUE (FACHADA	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2	AC	250	KA1FM28	Panel san	25,1742	m2	31,728	798,725	Walls	Basic Wall	PA_E_PBE	EF_25_10	Walls	Ss_25_20	Metal Insi	Pr_25_71	Carbon st	Arquitetura
f6e49410 4049805	PARQUE (FACHADA	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2	AC	250	KA1FM28	Panel san	89,5549	m2	31,728	2841,4	Walls	Basic Wall	PA_E_PSA	EF_25_10	Walls	Ss_25_20	Metal Insi	Pr_25_71	Carbon st	Arquitetura
463dc7b2 4051709	PARQUE (FACHADA	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2	AC	250	KA1FM28	Panel san	60,6081	m2	31,728	1922,97	Walls	Basic Wall	PA_E_PSA	EF_25_10	Walls	Ss_25_20	Metal Insi	Pr_25_71	Carbon st	Arquitetura
463dc7b2 4053843	PARQUE (FACHADA	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2	AC	250	KA1FM28	Panel san	83,7128	m2	31,728	2656,04	Walls	Basic Wall	PA_E_PBE	EF_25_10	Walls	Ss_25_20	Metal Insi	Pr_25_71	Carbon st	Arquitetura
463dc7b2 4053843	PARQUE (FACHADA	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2	AC	250	KA1FM28	Panel san	295,862	m2	31,728	9387,11	Walls	Basic Wall	PA_E_PSA	EF_25_10	Walls	Ss_25_20	Metal Insi	Pr_25_71	Carbon st	Arquitetura
9679a52f 4137229	PARQUE (FACHADA	PAREDE	PLATIBAN	3.1.2.2	AC	300	LA1CS600	Chapa sim	35,1456	m2	13,176	463,078	Walls	Basic Wall	CHAPA	TEF_25_10	Walls	Ss_25_20	Carbon st	Pr_25_71	Galvanize	Arquitetura

Figura 5.6 – Folhas com os dados exportados

Por último, foi criada uma rotina (Figura 5.7) que segue o mesmo raciocínio e as mesmas cores da anterior, mas busca os parâmetros do projeto e exporta os respectivos dados para a folha “PROJECT INFO” do Excel. Para buscar os parâmetros de informação do projeto, foi utilizado o nó **Document.ProjectInfo** do pacote “Clockwork”.

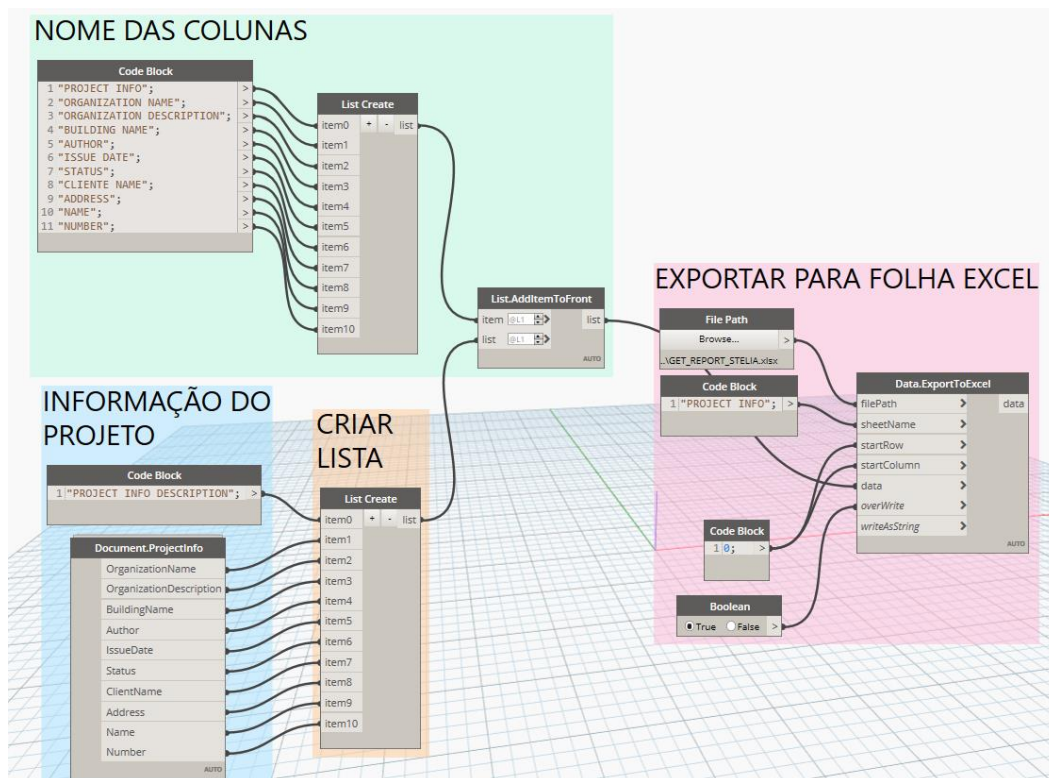


Figura 5.7 – Rotina {Get Report} para exportação dos dados do projeto

Portanto, os dados de informação do projeto foram também exportados, conforme a Figura 5.8.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	PROJECT INFO	PROJECT INFO DESCRIPTION															
2	ORGANIZATION NAME	MULTIPROJECTUS															
3	ORGANIZATION DESCRIPTION																
4	BUILDING NAME																
5	AUTHOR																
6	ISSUE DATE	31/03/2022															
7	STATUS	COMUNICAÇÃO PRÉVIA															
8	CLIENT NAME	STELIA AEROSPACE PORTUGAL, UNIPessoal LDA															
9	ADDRESS	SANTO TIROSO															
10	NAME	PARQUE DE RESÍDUOS ANEXO À UNIDADE INDUSTRIAL															
11	NUMBER	MP-527-001															
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	

Figura 5.8 – Folha “PROJECT INFO” com dados exportados

5.2 COMBINAÇÃO DE FOLHAS NUMA ÚNICA USANDO O *POWER QUERY*

Com o intuito de facilitar a importação para o *Power BI*, foi utilizado o *Power Query* no *Excel* para combinar as folhas de todas as categorias numa única. O *Power Query* é um motor de transformação e de preparação de dados, que obtém os dados de fontes e que permite modificações.

Para abri-lo, foi necessário seguir as seguintes etapas no *Excel*:

1. Acender ao “Obter Dados” no separador “Dados” do *Excel* e carregar os dados ao importar o ficheiro “GET_REPORT_STELIA”;
2. Uma janela com todas as folhas do ficheiro foi aberta e depois carregou-se em “Transformar Dados”. O Editor do *Power Query* foi então aberto, conforme a Figura 5.9.

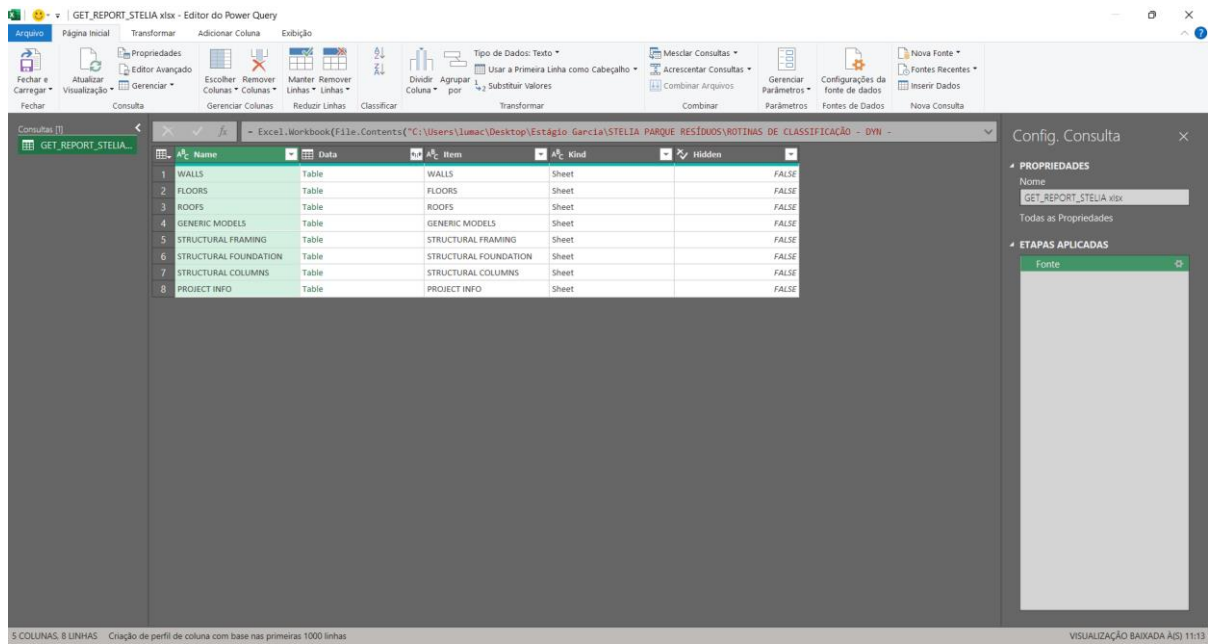


Figura 5.9 – Ficheiro importado para o Editor do *Power Query*

Para a edição das folhas, foi necessário aplicar as seguintes etapas que também estão evidenciadas à direita da Figura 5.10 abaixo:

1. Apagar todas as colunas mostradas na Figura 5.9, exceto a coluna “Data”, onde estão contidos todos os dados;
2. Expandir a coluna “Data”, assim todos os dados de todas as folhas são mostrados;
3. Carregar em “Usar a primeira linha como cabeçalho” no separador “Transformar” para acertar o nome do cabeçalho;
4. Filtrar o texto para remover as linhas dos cabeçalhos de cada uma das folhas;
5. Remover as últimas linhas através do separador “Página Inicial” que correspondem a folha do “Project Info”, que não deveria ter sido carregada;
6. No cabeçalho, alterar o tipo de cada coluna conforme o tipo do dado. Por defeito, todos os tipos foram colocados como texto, portanto foi necessário alterar os tipos das colunas que continham números para número inteiro ou decimal;
7. Por último, carregar em “Fechar e Carregar” no separador “Página Inicial”.

CASO DE ESTUDO: EXPORTAÇÃO E APRESENTAÇÃO DE DADOS

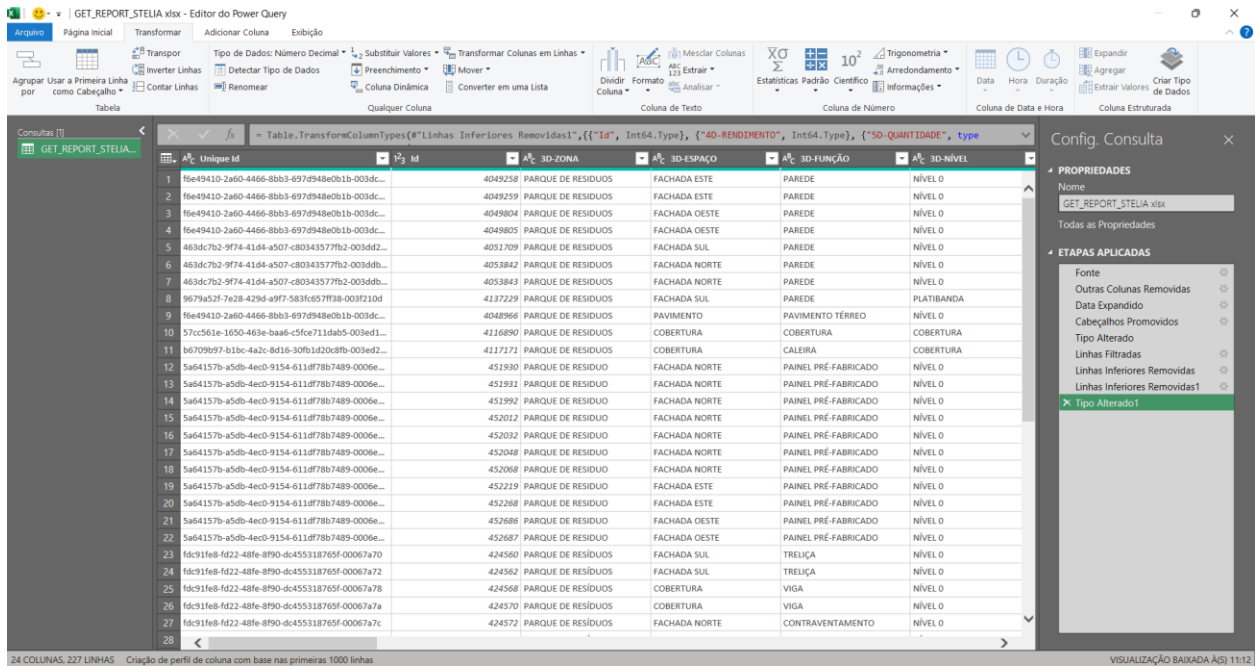


Figura 5.10 – Transformação dos dados no Editor do Power Query

Então, todas as folhas foram combinadas numa única, designada por “DADOS_STELIA”, como mostra a Figura 5.11. Esta tabela encontra-se também no Anexo V. Posteriormente, este ficheiro Excel foi importado para o Power BI.

Este procedimento de edição também poderia ter sido realizado no Power BI, mas foi realizado no Excel, porque entendeu-se que era o melhor procedimento.

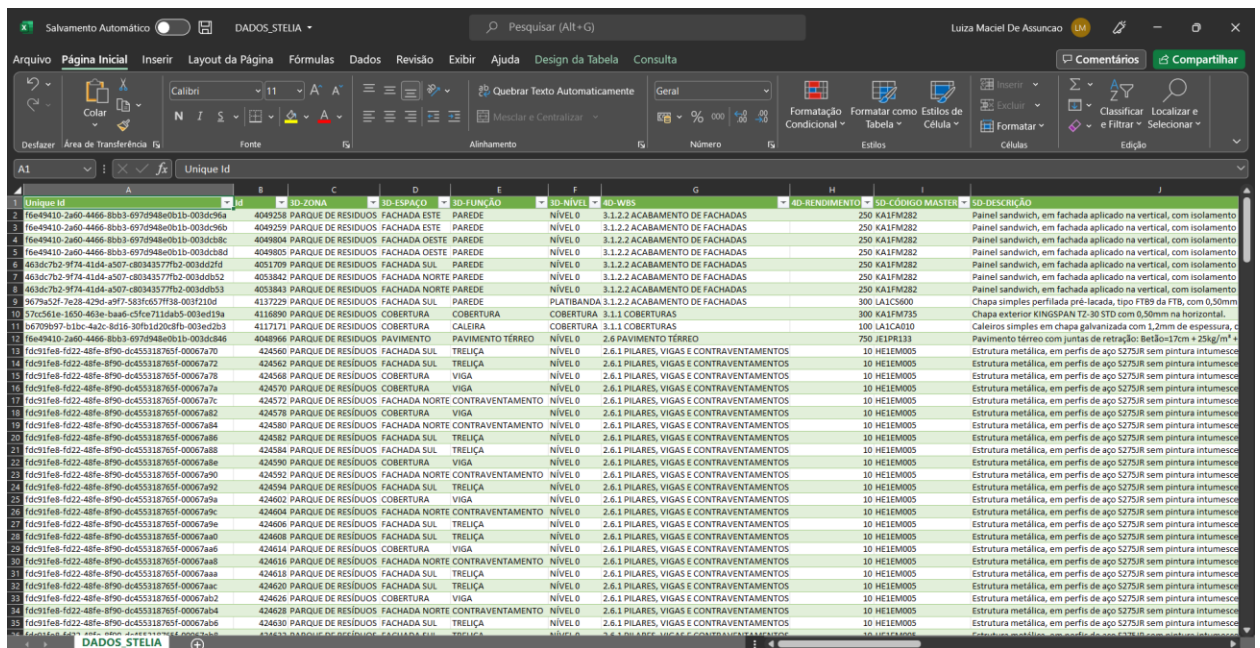


Figura 5.11 – Resultado: Folha “DADOS_STELIA”

5.3 EXPORTAÇÃO DOS MODELOS E CRIAÇÃO DE SETS NO NAVISWORKS

Para permitir a visualização dos modelos, cada um foi exportado do Revit através do “External Tools” do separador “Add-Ins” (Figura 5.12) para ficheiros no formato “.nwc” do Navisworks. Depois os dois ficheiros foram abertos no Navisworks através do “Append” do separador “Home” (Figura 5.13).

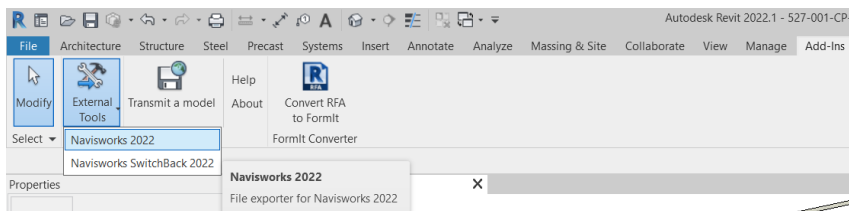


Figura 5.12 – Exportação dos modelos

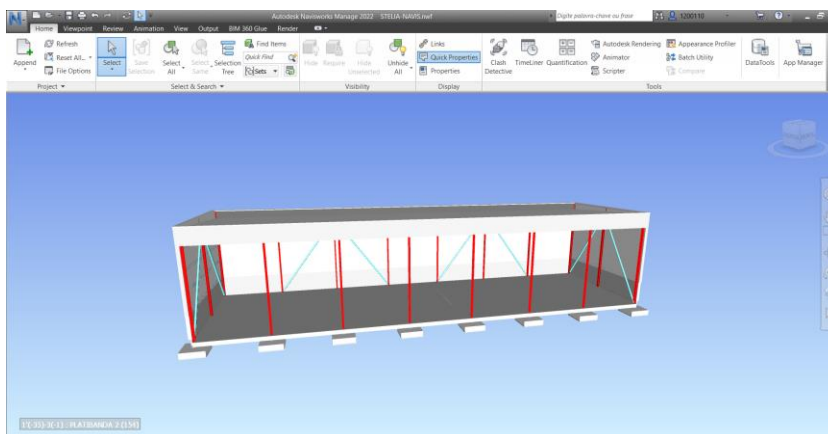


Figura 5.13 – Modelos importados para o Navisworks

Ainda no separador “Home”, foi utilizado o comando “Find Items” para procurar os elementos com recurso aos parâmetros criados. Depois foram criados “Search Sets” para gravar estas buscas, assim foi possível voltar a elas sem usar o comando “Find Items” novamente. A Figura 5.14 mostra um exemplo para as sapatas.

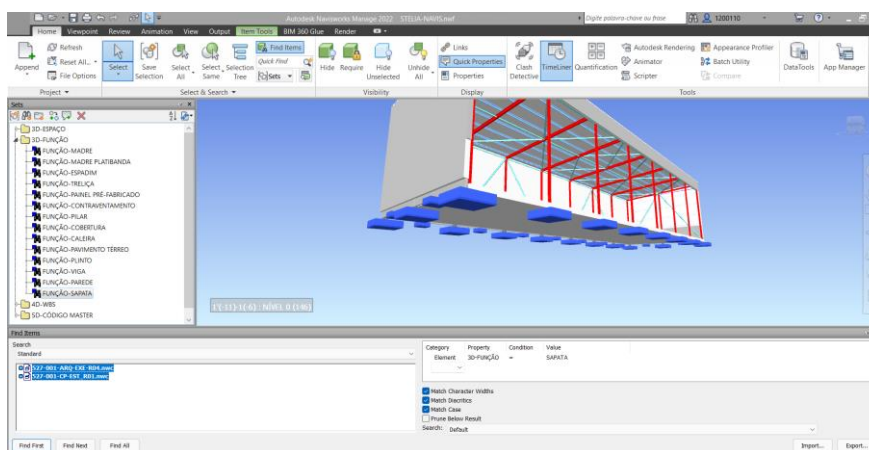


Figura 5.14 – Comando Find Items e criação de Sets

5.4 APRESENTAÇÃO DE DADOS DE CUSTOS E DO MODELO

Este subcapítulo trata-se da elaboração dos relatórios ou das *dashboards* para a apresentação de dados relativos à estimativa de custos com recurso ao *Power BI*. Ao fim, é apresentado um exemplo utilizando este *software* e o *Navisworks*, para a apresentação do modelo BIM, em conjunto.

5.4.1 Visualização de Dados no *Power BI*

A classificação dos elementos do modelo realizada anteriormente possibilitou a elaboração da *dashboard*¹⁰ (Figura 5.15) no *Power BI*. Esta *dashboard* foi feita com o intuito de:

- Visualizar os dados relativos aos parâmetros 5D em formato de orçamento;
- Permitir a visualização, por meio de filtros, de dados de elementos específicos;
- Evidenciar quais os itens da WBS e quais as especialidades são os mais custosos;
- Evidenciar quais os elementos do projeto possuem mais quantidades.

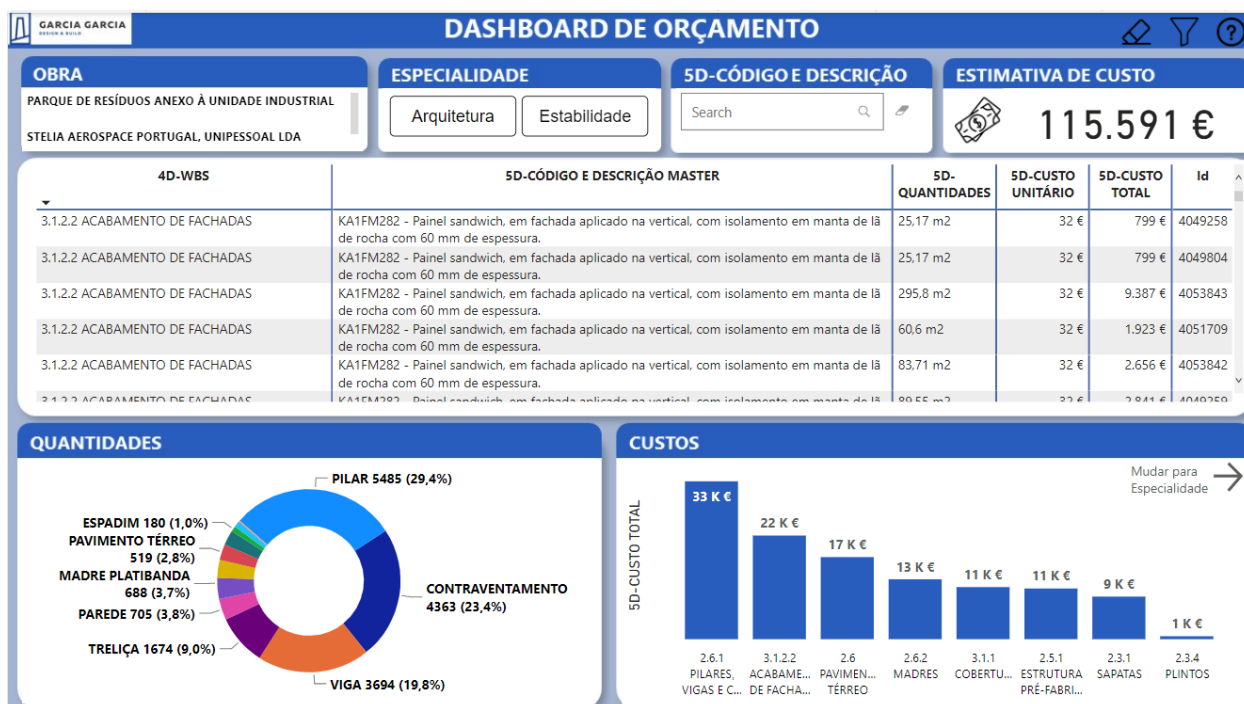


Figura 5.15 – *Dashboard* de orçamentação no *Power BI*

¹⁰ Todas as *dashboards* deste trabalho estão disponíveis em:

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojMWYyMWZhOWYtZjkyMC00N2YyLTg3MTctN2Q2YzUzNzE5ODM5IiwidCI6ImViYWRjOjBkLT13YjEtNDU0OS04OWZmLTA1MDdjMzhiNmY2NiIsImMiOiI9&pageName=ReportSection572554de3a0e0074bee6>.

Para elaborar esta *dashboard*, foi necessário seguir os seguintes passos:

1. Importar as tabelas “DADOS_STELIA” e “PROJECT INFO” para o Power BI através do “Livro de Excel” no separador “Base”. Estas tabelas possuem todos os parâmetros necessários do modelo, como já foi referido;

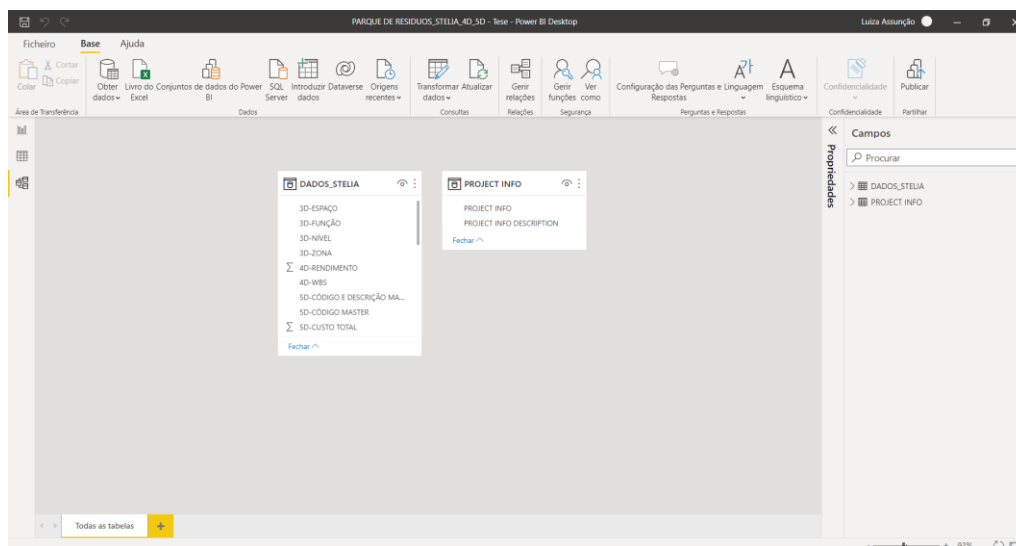


Figura 5.16 – Importação de ficheiro *Excel* para o Power BI

2. Adicionar o plano de fundo que foi feito no *Power Point* em “Visualizações” e “Fundo da Tela”;
3. Adicionar os elementos visuais ou gráficos e personalizá-los. Para “alimentar” o visual, é necessário especificar as colunas da tabela que desejam ser utilizadas. A Figura 5.17 mostra o exemplo de um gráfico em anel feito com recurso aos parâmetros 3D-FUNÇÃO e 5D-QUANTIDADE.

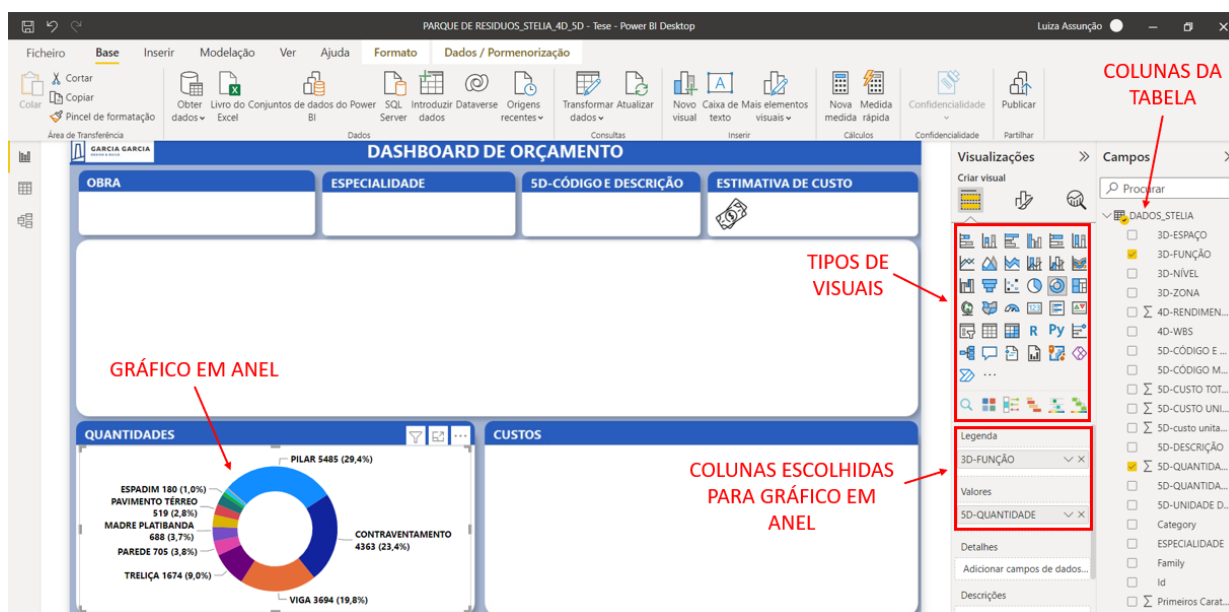


Figura 5.17 – Elaboração do gráfico em anel da *dashboard*

Esta *dashboard* possui onze elementos visuais, o Quadro 5.1 apresenta uma listagem destes elementos, os seus respetivos tipos e as colunas utilizadas.

Quadro 5.1 – Listagem de gráficos utilizados na *dashboard* de orçamentação

Nome do Visual	Tipo de Visual	Colunas utilizadas
OBRA	Cartão de linhas múltiplas	<i>PROJECT INFO DESCRIPTION: NAME</i> e <i>CLIENT NAME</i>
ESPECIALIDADE	<i>ChicletSlicer 1.6.3</i>	ESPECIALIDADE
5D-CÓDIGO E DESCRIÇÃO (FILTRO)	<i>Text Filter</i>	5D-CÓDIGO MASTER e 5D-DESCRIÇÃO
ESTIMATIVA DE CUSTO	Cartão	5D-CUSTO TOTAL
QUANTIDADES	Gráfico de anel	3D-FUNÇÃO e 5D-QUANTIDADE
TABELA	Tabela	TODOS OS PARÂMETROS 5D, 4D-WBS e ID
CUSTOS (GRÁFICO 1)	Gráfico de colunas empilhadas	4D-WBS E 5D-CUSTO TOTAL
CUSTOS (GRÁFICO 2)	Gráfico de anel	ESPECIALIDADE e 5D-CUSTO TOTAL
4D-WBS E 5D-CÓDIGO (FILTRO)	<i>Hierarchical Filter - xViz</i>	4D-WBS e 5D-CÓDIGO
3D-FUNÇÃO (FILTRO)	Segmentação de dados	3D-FUNÇÃO
3D-ESPAÇO (FILTRO)	Segmentação de dados	3D-ESPAÇO

Procurou-se sempre fazer melhorias à *dashboard*, ao utilizar os melhores gráficos, por isso alguns foram descarregados através da biblioteca disponibilizada pelo *Power BI*.

4. Criar um painel de informação, um painel de filtro e possibilitar a mudança do gráfico de custos por meio de “Marcadores” no separador “Ver”. Estes foram criados pelos seguintes motivos:
 - Painel de informação – orientar o utilizador a navegar pela *dashboard*;
 - Painel de filtro – criar um painel individual que contém diversos filtros que permitem filtrar a *dashboard* de diferentes maneiras;
 - Mudança de gráfico – possibilitar a visualização de um novo gráfico com informações que relacionavam custos e especialidades.

Também foi necessário inserir botões para que os painéis pudessem aparecer, para que o gráfico pudesse mudar e para que os filtros fossem apagados de forma mais prática. As figuras referentes aos painéis encontram-se no Anexo III.

5. Por fim, carregar em “Publicar” no separador “Base” para publicar a *dashboard* na área de trabalho do *site* do *Power BI*. Depois, no *site*, abrir a *dashboard*, no separador “Ficheiro”, carregar em “Inserir relatório” e publicar na *Web*. Um *link* foi gerado e pode ser enviado para qualquer colaborador para a visualização da *dashboard*.

Em seguida, foi elaborada uma *dashboard* (Figura 5.18) muito semelhante, mas desta vez combinou-se os códigos e as descrições do *Uniclass* 2015 com os parâmetros relacionados aos custos.

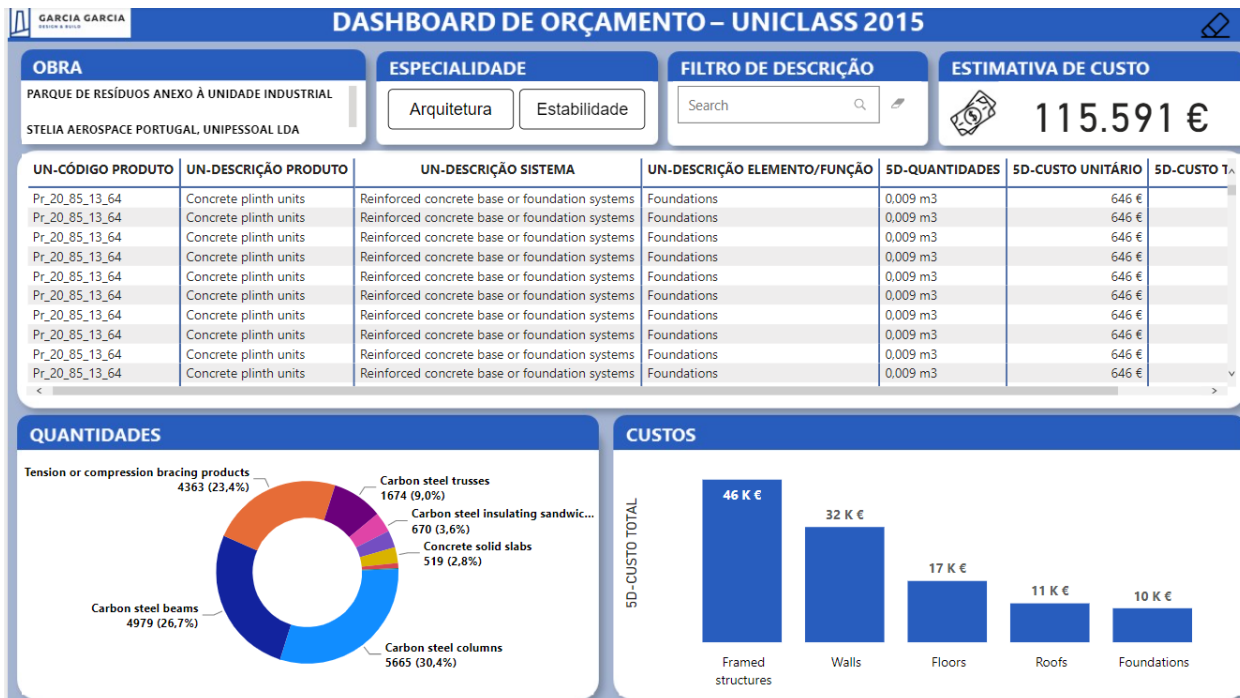


Figura 5.18 – *Dashboard* de orçamentação no *Power BI* com *Uniclass* 2015

Esta *dashboard* possui menos elementos visuais do que a anterior, como mostra o Quatro 5.2, e foi criada com objetivo de evidenciar que a mesma informação de um mesmo projeto pode ser apresentada de outra maneira.

Quadro 5.2 – Listagem de gráficos utilizados na *dashboard* do *Uniclass* 2015

Nome do Visual	Tipo de Visual	Colunas utilizadas
OBRA	Cartão de linhas múltiplas	<i>PROJECT INFO DESCRIPTION: NAME</i> e <i>CLIENT NAME</i>
ESPECIALIDADE	<i>ChicletSlicer</i> 1.6.3	ESPECIALIDADE
5D-CÓDIGO E DESCRIÇÃO (FILTRO)	<i>Text Filter</i>	5D-CÓDIGO MASTER e 5D-DESCRIÇÃO
ESTIMATIVA DE CUSTO	Cartão	5D-CUSTO TOTAL
QUANTIDADES	Gráfico de anel	UN-DESCRIÇÃO PRODUTO e 5D-QUANTIDADE
TABELA	Tabela	TODOS OS PARÂMETROS 5D, UN-CÓDIGO PRODUTO, UN-DESCRIÇÃO PRODUTO, UN-DESCRIÇÃO SISTEMA, UN-DESCRIÇÃO ELEMENTO/FUNÇÃO e ID
CUSTOS	Gráfico de colunas empilhadas	UN-DESCRIÇÃO ELEMENTO/FUNÇÃO e 5D-CUSTO TOTAL

Neste caso torna-se evidente a vantagem que o *Uniclass* 2015 traz ao permitir classificar a informação com as três tabelas, o que possibilita a utilização das três para a personalização dos elementos visuais ou para a filtragem de informação.

Ao observar as *dashboards*, foi possível concluir que o projeto de estabilidade é o mais custoso, sendo os elementos de pilares, vigas e contraventamentos, que correspondem ao item 2.5.1 da WBS, os elementos que mais encarecem o projeto. Assim, um projetista pode, por exemplo, decidir alterar os materiais usados nesta especialidade para reduzir custos, se for necessário.

As *dashboards* são, portanto, ferramentas úteis à equipa projetista, pois apresentam informações de forma compreensível e permitem tomadas de decisão melhores e rápidas na fase de elaboração do projeto. Além disso, também são úteis às outras partes interessadas no projeto, uma vez que podem ser partilhadas, porque apresentam dados de maneira amigável e promovem uma maior integração entre estas partes.

5.4.2 Visualização de Dados e do Modelo

Com o objetivo de melhorar a compreensão, foi decidido integrar o modelo à *dashboard*, assim é possível ver a informação sobre um determinado elemento em ambos. Como por exemplo, se a equipa orçamentista desejar visualizar os dados de quantidades e os custos dos pilares da fachada norte do edifício, pode filtrar a *dashboard* (Figura 5.19) neste sentido. Assim, aparecem os dados referentes aos oito pilares desta fachada e a estimativa de custos.

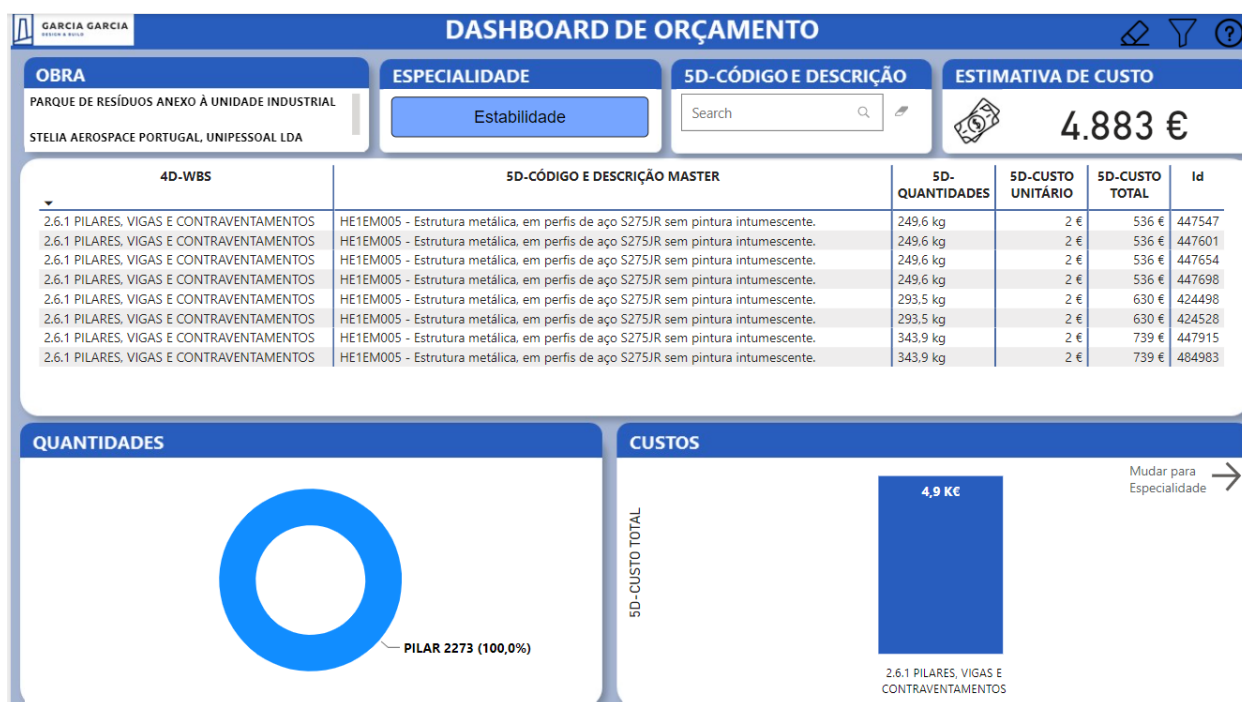


Figura 5.19 – Visualização de dados dos pilares no Power BI

Usou-se os comandos apresentados no subcapítulo 5.3 para procurar estes pilares no *Navisworks* e assim visualizá-los, conforme ilustra a Figura 5.20.

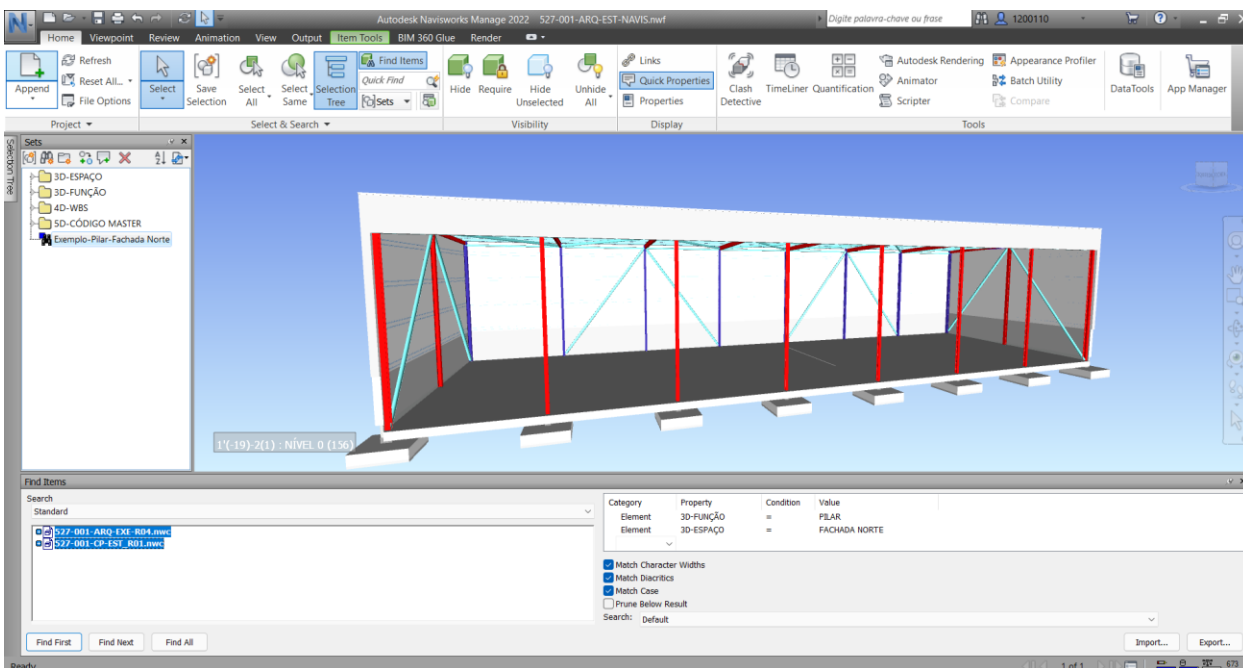


Figura 5.20 – Visualização dos pilares do modelo no Navisworks

5.5 APRESENTAÇÃO DE DADOS DE PLANEAMENTO, DE CUSTOS E DO MODELO

Este subcapítulo tem o mesmo propósito que o anterior, porém trata-se dos dados relativos ao planeamento. Enquanto o anterior foi dividido em duas partes, este foi dividido em três: há uma parte a mais que se refere a elaboração do Plano de Trabalhos.

5.5.1 Elaboração do Plano de Trabalhos

Primeiramente, foi necessário modificar a tabela de dados exportados (Anexo V) no *Excel* para que restassem os dados necessários para a elaboração do Plano de Trabalhos. Então, apagou-se algumas linhas e colunas, e ainda se calculou as quantidades totais e os custos totais, a tabela foi organizada por meio da WBS para que facilitasse o planeamento das atividades. O resultado desta modificação está representado no Quadro 5.3.

Quadro 5.3 – Tabela reorganizada dos dados exportados

4D-WBS / 3D-FUNÇÃO	4D-RENDIMENTO	5D-DESCRIÇÃO	5D-QUANTIDADE	5D-UNIDADE DE MEDIÇÃO	5D-CUSTO UNITÁRIO	5D-CUSTO TOTAL
2.3.1 SAPATAS	10	Sapatas isoladas em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	35,70	m3	249,89 €	8.921,00 €
2.3.4 PLINTOS	10	Plintos em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	0,96	m3	646,31 €	619,24 €
2.5.1 ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA	150	Painéis de betão pré-fabricados maciços com 16 cm de espessura.	166,93	m2	63,60 €	10.616,68 €
2.6 PAVIMENTO TÉRREO	750	Pavimento térreo com juntas de retração: Betão=17cm + 25kg/m ³ + 6/7kg/m ² .	519,10	m2	33,12 €	17.192,69 €
2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	15395,42	kg	2,15 €	33.069,37 €
ESPADIM	10	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	179,53	kg	2,15 €	385,62 €
PILAR	10	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	5485,14	kg	2,15 €	11.782,09 €
TRELIÇA	10	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	1674,07	kg	2,15 €	3.595,90 €
VIGA	10	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	3694,04	kg	2,15 €	7.934,80 €
CONTRAVENTAMENTO	10	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	4362,64	kg	2,15 €	9.370,96 €
2.6.2 MADRES	300	Madremax 200x1,5mm cobertura	334,08	ml	19,06 €	6.366,23 €
2.6.2 MADRES	250	Madremax 200x1,5mm fachada	262,83	ml	19,06 €	5.008,52 €
2.6.2 MADRES	250	Madres tipo C, contraplatibanda	688,19	kg	1,70 €	1.172,67 €
3.1.1 COBERTURAS	300	Chapa exterior KINGSPAN TZ-30 STD com 0,50mm na horizontal.	490,59	m2	19,70 €	9.666,62 €
3.1.1 COBERTURAS	100	Caleiros simples em chapa galvanizada com 1,2mm de espessura, com desenvolvimento até 625mm.	41,63	mt	30,00 €	1.248,78 €
3.1.2.2 ACABAMENTO DE FACHADAS	250	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	669,64	m2	31,73 €	21.246,37 €
3.1.2.2 ACABAMENTO DE FACHADAS	300	Chapa simples perfilada pré-lacada, tipo FTB9 da FTB, com 0,50mm de espessura em revestimentos da platibanda.	35,15	m2	13,18 €	463,08 €

Assim sendo, os dados desta tabela foram importados para o MS *Project*. Neste *software*, utilizando os parâmetros 4D-RENDIMENTO e 5D-QUANTIDADE, calculou-se a duração teórica para cada atividade por meio da equação 5.1. Depois, decidiu-se, para cada atividade, a duração real.

$$D_t = \frac{QUANT.}{N_{EQUIPAS} \times REND.} \quad (5.1)$$

onde:

D_t — é a duração teórica (em dias);

QUANT. — é a quantidade medida (5D-QUANTIDADE);

$N_{EQUIPAS}$ — é o número de equipas;

REND. — é o rendimento teórico (4D-RENDIMENTO).

CAPÍTULO 5

Finalmente, foi elaborado o Plano de Trabalhos da obra, que inclui não só as atividades do Quadro 5.3, mas todas as atividades necessárias para a construção do edifício do parque de resíduos.

A obra está prevista para começar no dia 05/07/2022 e terminar no dia 14/07/2022, com a duração de 32 dias úteis e 46 dias contínuos, conforme mostra a Figura 5.21, que também se encontra no Anexo IV.

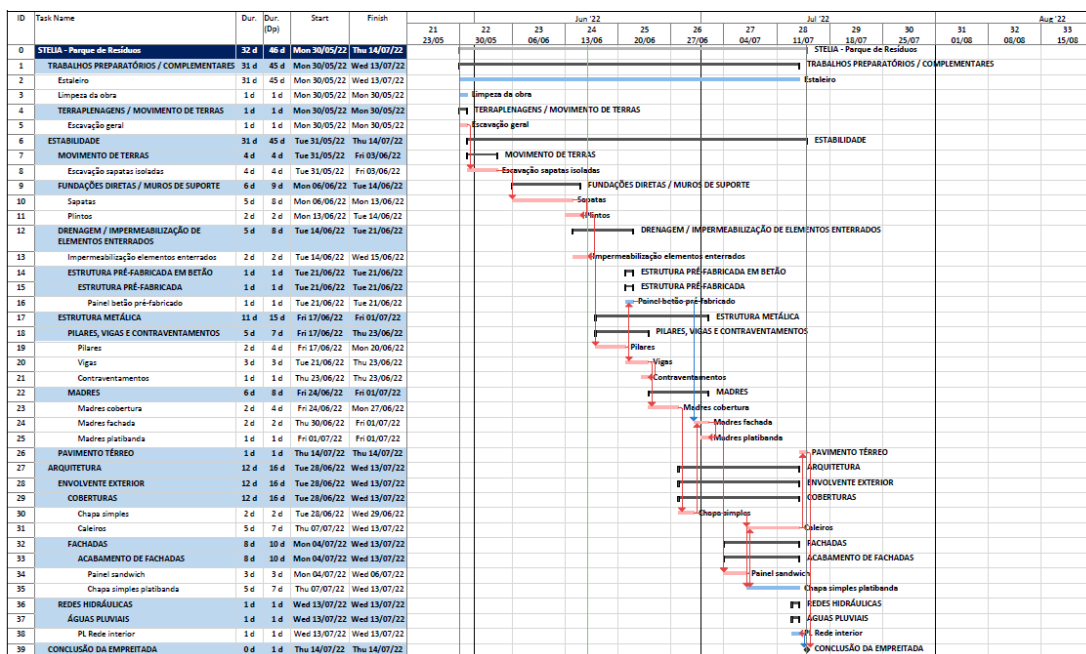


Figura 5.21 – Plano de Trabalhos no MS Project

Após a sua elaboração, gravou-se o cronograma no *Project Web App* através do separador “Save as” do *Project* e depois publicou-se o progresso do projeto no separador “Info”. Em seguida, carregou-se no projeto do Plano de Trabalhos no *Project Web App* e uma janela do *Project Center* (Figura 5.22) foi aberta. O URL¹¹ desta página será utilizado posteriormente para importar os dados para o *Power BI*.

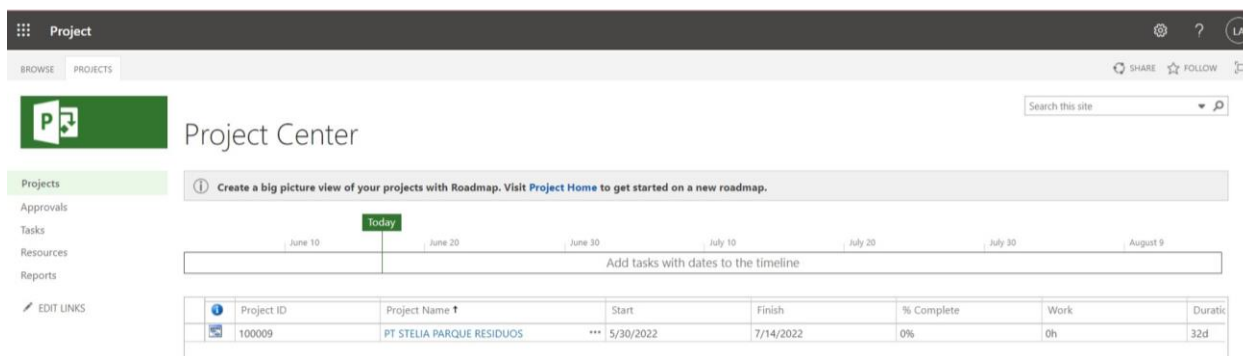


Figura 5.22 – Plano de Trabalhos no Project Center

¹¹ Este URL tem o seguinte formato: <https://<tenantname>.sharepoint.com/sites/pwa>.

5.5.2 Visualização de Dados no Power BI

A *dashboard* ilustrada na Figura 5.23 foi elaborada no Power BI com o intuito de:

- Visualizar as datas e as durações relativas às tarefas e à toda a obra;
- Visualizar os dados referidos a cada atividade, através de um filtro;
- Visualizar o gráfico de Gantt com todas as tarefas necessárias para a execução da obra.

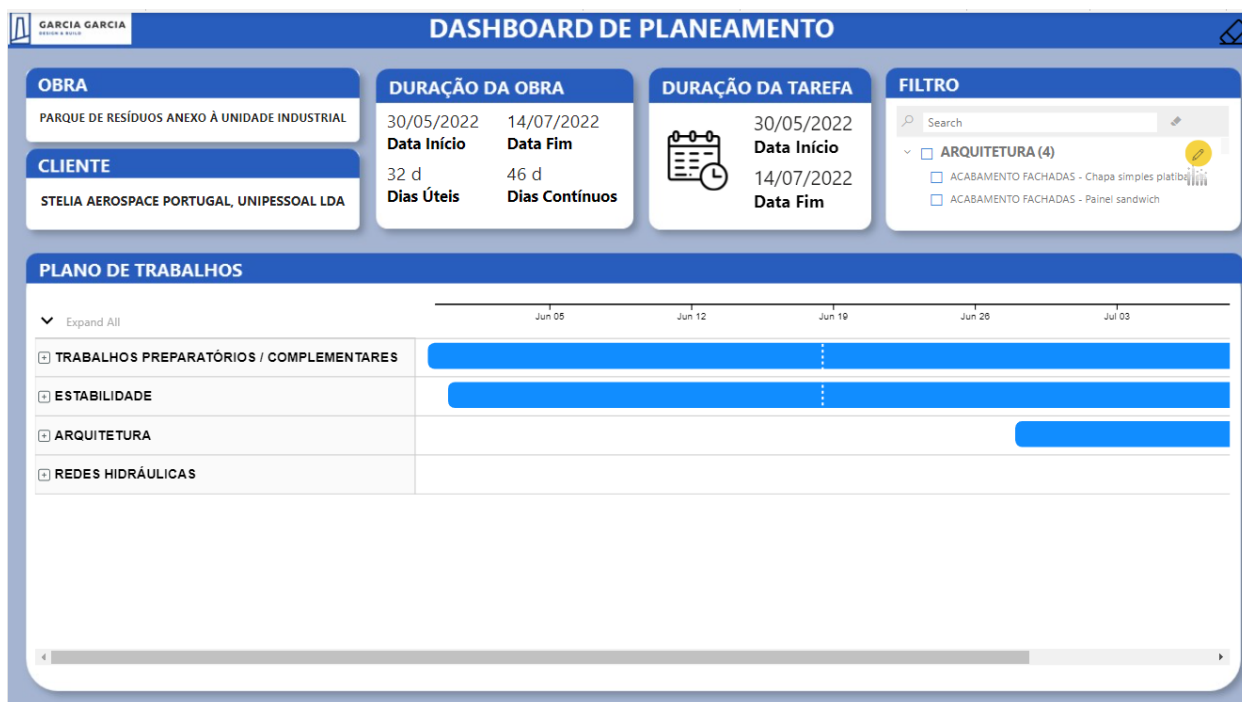


Figura 5.23 – *Dashboard* de planeamento no Power BI

Esta *dashboard* foi elaborada no mesmo ficheiro do Power BI que às anteriores, assim foi possível utilizar as outras tabelas que foram importadas. Ela foi desenvolvida de forma semelhante às outras, mas apresentou uma diferença que é a origem de dados, que neste caso, não é uma tabela no Excel.

Deste modo, seguiu-se o seguinte passo a passo:

1. Importar o Plano de Trabalhos do *Project Web App* para o Power BI através do “Obter Dados” no separador “Base”. A origem de dados escolhida foi o “Feed OData” que necessita de um URL, que será um *link*¹² semelhante ao URL referido anteriormente. Assim, o Power BI mostra diversas tabelas relacionadas ao Plano de Trabalhos, como mostra a Figura 5.24, a tabela “Tasks” foi selecionada;

¹² Este *link* tem o seguinte formato: https://<tenantname>.sharepoint.com/sites/pwa/_api/Projectdata.

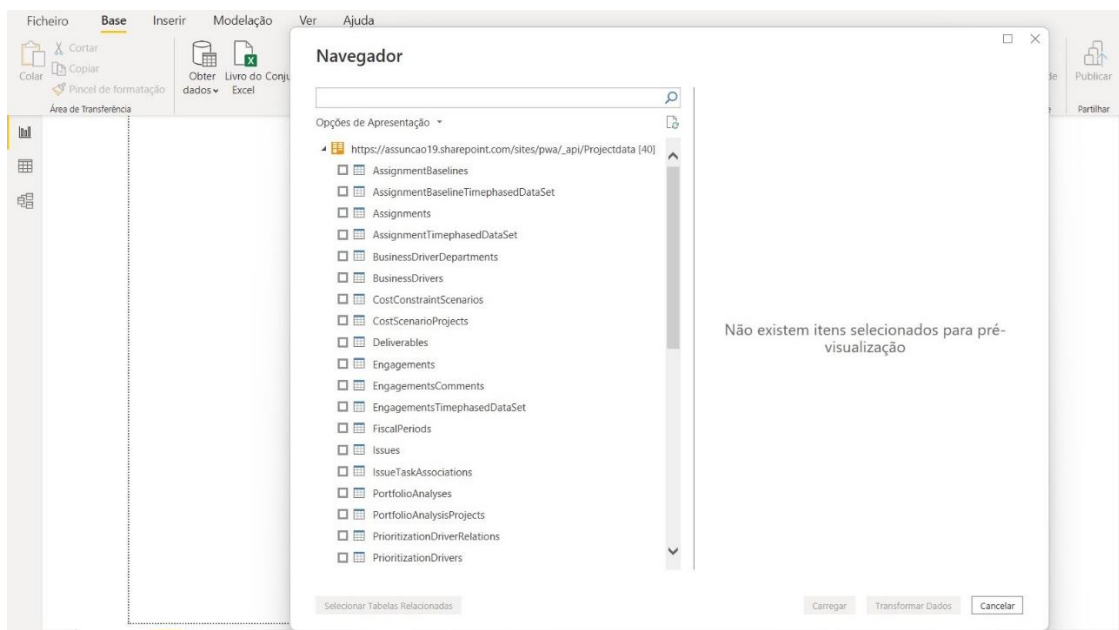


Figura 5.24 – Importação do Plano de Trabalhos para o Power BI

2. Remover algumas colunas e linhas, conforme ilustra a Figura 5.25, porque a tabela “Tasks” contém diversos dados das tarefas do cronograma feito no Project, como seus nomes, suas identificações, seus custos, suas prioridades, suas datas, etc. Muitos destes dados não são necessários, por isso são apagados.

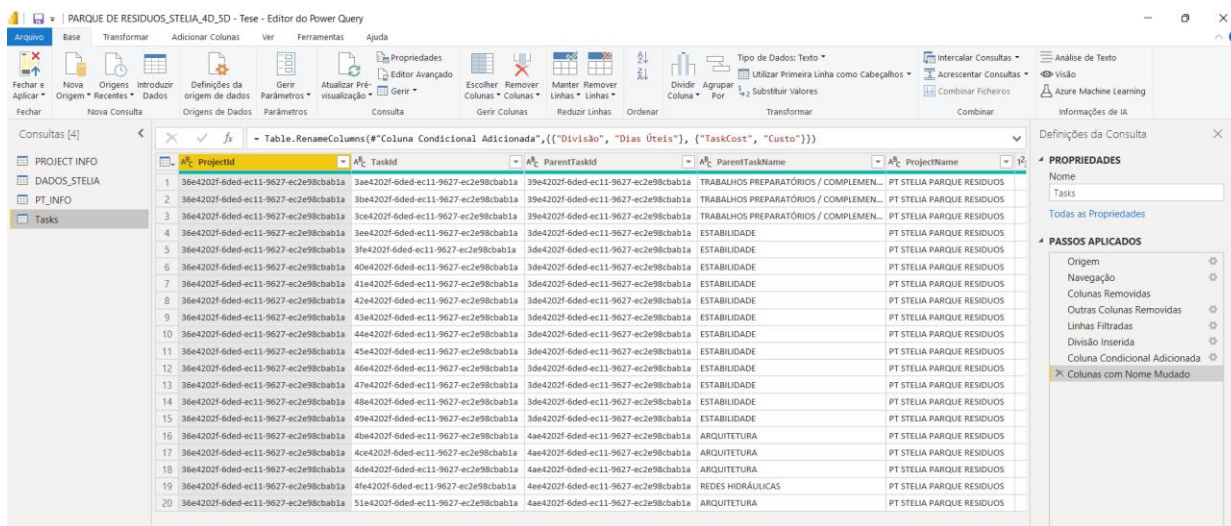


Figura 5.25 – Tabela “Tasks” importada para o Power BI

3. Criar uma tabela (Quadro 5.4) designada por “PT_INFO” no *Excel* com os dados gerais da obra, que representa a tarefa sumário do Plano de Trabalhos. Esta tabela também foi importada para o *Power BI*.

Quadro 5.4 – Folha “PT_INFO” com os dados gerais do cronograma

Atividades	Dias Úteis	Dias Contínuos	Data Início	Data Fim
STELIA - Parque de Resíduos	32 d	46 d	Mon 30/05/22	Thu 14/07/22

4. Adicionar o plano de fundo que foi feito no *PowerPoint*;
5. Adicionar e personalizar os sete gráficos. O Quadro 5.5 apresenta uma listagem dos gráficos utilizados, os seus respetivos tipos e as colunas utilizadas para a sua elaboração. Três tabelas distintas foram usadas, por isso registou-se o nome da tabela usada entre parênteses.

Quadro 5.5 – Listagem de gráficos utilizados na *dashboard* de planeamento

Nome do Visual	Tipo de Visual	Colunas utilizadas
OBRA	Cartão	<i>PROJECT INFO DESCRIPTION: NAME</i> (Tabela “PROJECT INFO”)
CLIENTE	Cartão	<i>PROJECT INFO DESCRIPTION: CLIENTE NAME.</i> (Tabela “PROJECT INFO”)
DURAÇÃO DA OBRA	Cartão de linhas múltiplas	Data Início, Data Fim, Dias Úteis e Dias Contínuos. (Tabela “PT_INFO”)
DURAÇÃO DA TAREFA	Cartão de linhas múltiplas	<i>TaskStartDate</i> e <i>TaskFinishDate.</i> (Tabela “Tasks”)
FILTRO	<i>Hierarchical Filter - xViz</i>	<i>ParentTaskName</i> e <i>TaskName.</i> (Tabela “Tasks”)
PLANO DE TRABALHOS	Gantt 2.2.3	<i>ParentTaskName, TaskName, TaskStartDate,</i> <i>TaskFinishDate,</i> Dias Úteis, Custos e Tarefas Críticas. (Tabela “Tasks”)

Relativamente ao gráfico de Gantt, foram testados vários elementos visuais que estavam disponíveis para *download* no *Power BI*, porém cada um tinha a sua limitação, que era relacionada à hierarquia das tarefas ou a sua organização por ordem alfabética.

Ao fim, escolheu-se o Gantt 2.2.3 da *Microsoft* que apresentava uma única limitação uma vez que admitia somente dois níveis de hierarquias de tarefas, enquanto o Plano de Trabalhos possuía cinco níveis. Logo, foi preciso reorganizá-lo para que ficasse com dois níveis, conforme mostra a Figura 5.26, e depois atualizá-lo no *Project Online* e no *Power BI*.

ID	Task Name	Dur.	Dur. (Dp)	Start	Finish
1	TRABALHOS PREPARATÓRIOS / COMPLEMENTARES	31 d	45 d	Mon 30/05/22	Wed 13/07/22
2	Estaleiro	31 d	45 d	Mon 30/05/22	Wed 13/07/22
3	Limpeza da obra	1 d	1 d	Mon 30/05/22	Mon 30/05/22
4	MOV. DE TERRAS - Escavação geral	1 d	1 d	Mon 30/05/22	Mon 30/05/22
5	ESTABILIDADE	31 d	45 d	Tue 31/05/22	Thu 14/07/22
6	MOV. DE TERRAS - Escavação sapatas isoladas	4 d	4 d	Tue 31/05/22	Fri 03/06/22
7	FUNDAÇÕES DIRETAS - Sapatas	5 d	8 d	Mon 06/06/22	Mon 13/06/22
8	FUNDAÇÕES DIRETAS - Plintos	2 d	2 d	Mon 13/06/22	Tue 14/06/22
9	IMPERMEABILIZAÇÃO ELEMENTOS ENTERRADOS	2 d	2 d	Tue 14/06/22	Wed 15/06/22
10	ESTRUTURA EM BETÃO - Paineis betão pré-fabricado	1 d	1 d	Tue 21/06/22	Tue 21/06/22
11	ESTRUTURA METÁLICA - Pilares	2 d	4 d	Fri 17/06/22	Mon 20/06/22
12	ESTRUTURA METÁLICA - Vigas	3 d	3 d	Tue 21/06/22	Thu 23/06/22
13	ESTRUTURA METÁLICA - Contraventamentos	1 d	1 d	Thu 23/06/22	Thu 23/06/22
14	ESTRUTURA METÁLICA - Madres cobertura	2 d	4 d	Fri 24/06/22	Mon 27/06/22
15	ESTRUTURA METÁLICA - Madres fachada	2 d	2 d	Thu 30/06/22	Fri 01/07/22
16	ESTRUTURA METÁLICA - Madres platibanda	1 d	1 d	Fri 01/07/22	Fri 01/07/22
17	PAVIMENTO TÉRREO	1 d	1 d	Thu 14/07/22	Thu 14/07/22
18	ARQUITETURA	12 d	16 d	Tue 28/06/22	Wed 13/07/22
19	COBERTURAS - Chapa simples	2 d	2 d	Tue 28/06/22	Wed 29/06/22
20	COBERTURAS - Caleiros	5 d	7 d	Thu 07/07/22	Wed 13/07/22
21	ACABAMENTO FACHADAS - Painel sandwich	3 d	3 d	Mon 04/07/22	Wed 06/07/22
22	ACABAMENTO FACHADAS - Chapa simples platibanda	5 d	7 d	Thu 30/06/22	Wed 06/07/22
23	REDES HIDRÁULICAS	1 d	1 d	Wed 13/07/22	Wed 13/07/22
24	ÁGUAS PLUVIAIS - PL Rede interior	1 d	1 d	Wed 13/07/22	Wed 13/07/22
25	CONCLUSÃO DA EMPREITADA	0 d	1 d	Thu 14/07/22	Thu 14/07/22

Figura 5.26 – Plano de Trabalhos com dois níveis no MS Project

5.5.3 Faseamento Construtivo no Navisworks

Inicialmente, o Plano de Trabalhos feito no MS Project foi importado para o Navisworks: todas as suas atividades, datas e custos foram importadas através do separador “Data Sources” do comando “TimeLiner”, como ilustra a Figura 5.27. Para cada atividade, definiu-se o seu tipo (a ser construída) e aproveitou-se os sets criados anteriormente para atribuir a cada uma, na coluna “attached”.

Algumas tarefas receberam sets de parâmetros 3D, outras de 4D e outras de 5D, de acordo com o parâmetro que melhor definisse o elemento. Por exemplo, todas as madres (cobertura, fachada e platibanda) foram classificadas como “2.6.2 MADRES” com o parâmetro 4D-WBS, o que não permitiu a sua distinção, por isso foi necessário usar o parâmetro 5D-CÓDIGO MASTER, já que cada uma possui um código distinto da Master, para a atribuição dos sets.

É de ressaltar que não foram atribuídos sets a determinadas atividades, porque alguns elementos não foram modelados.

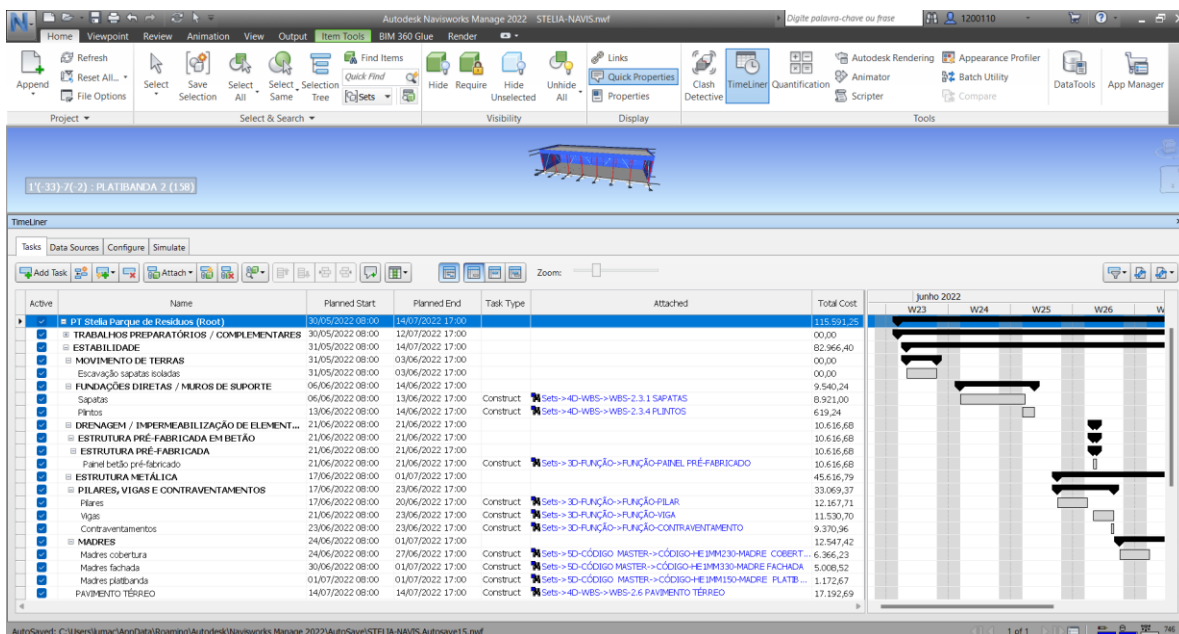


Figura 5.27 – Importação do Plano de Trabalhos para o Navisworks

Em seguida, com o mesmo comando, no separador “Simulate”, criou-se um vídeo do faseamento construtivo planeado da obra.

O vídeo foi configurado (Figura 5.28) para possuir duração de trinta segundos, uma vez que a duração da obra também é muito curta, e para apresentar o dia, a semana, o custo, as percentagens de cada uma das atividades da obra. Também foi configurado para iniciar no dia 06/06/2022, em que se inicia a execução das sapatas.

Além disso, foi feita uma animação com o comando “Animator” para que o vídeo ficasse mais agradável e também para que fosse possível visualizar o edifício em 360 graus.

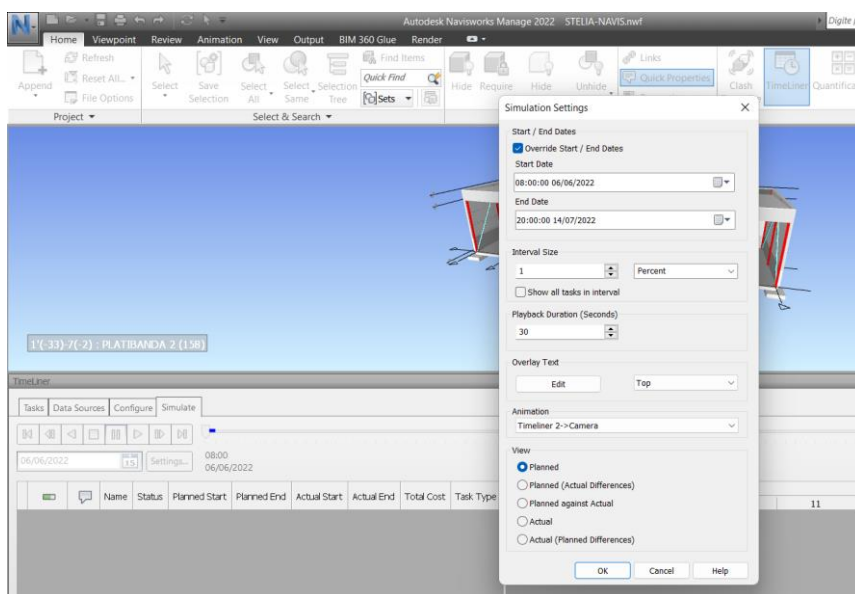


Figura 5.28 – Definições para elaborar o vídeo no Navisworks

Por fim, este vídeo (Figura 5.29) foi exportado para um ficheiro no formato “.avi”, permitindo assim que qualquer parte interessada no projeto possa visualizá-lo, sem ter de possuir o *software Navisworks*.

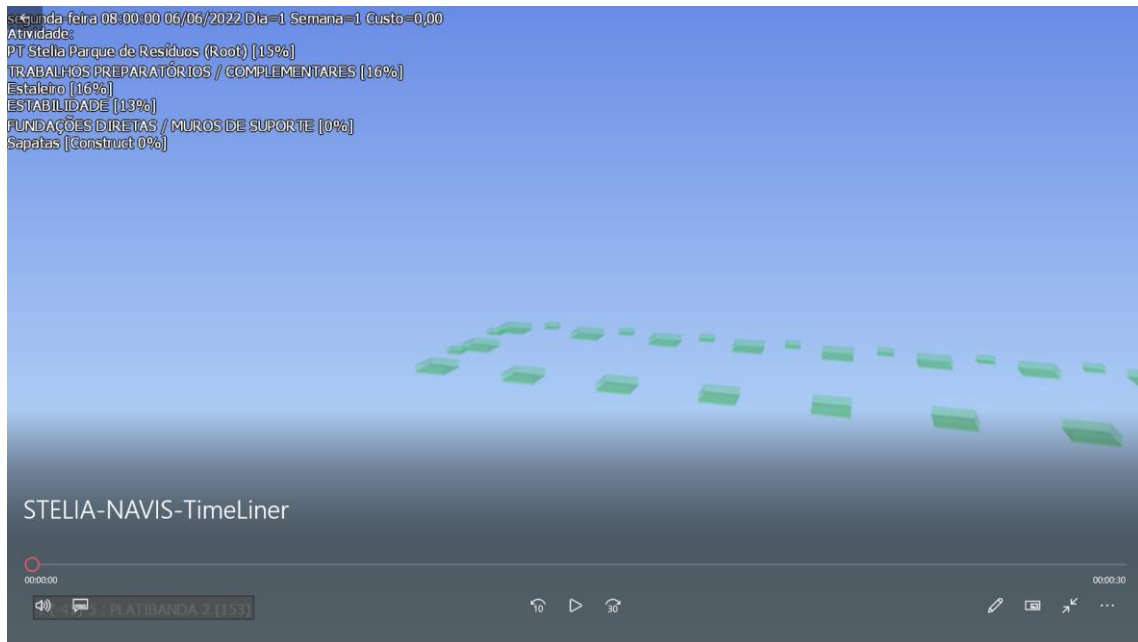


Figura 5.29 – Vídeo feito no *Navisworks*

Este vídeo utilizou dados do planeamento e das estimativas de custos e foi feito com a intenção de integrar o modelo à *dashboard*, permitindo uma visualização do gráfico de Gantt da *dashboard* e do vídeo.

5.5.4 Visualização de Dados e do Modelo

Por exemplo, se a equipa orçamentista desejar saber quanto tempo irá durar a execução das madres da cobertura, pode procurar por essa atividade na *dashboard* (Figura 5.30) e carregar na atividade. Assim, os principais dados referentes à esta tarefa aparecerão. Também é possível visualizar o faseamento construtivo destas mesmas madres ou da obra toda por meio do *Navisworks* ou do vídeo (Figura 5.31).

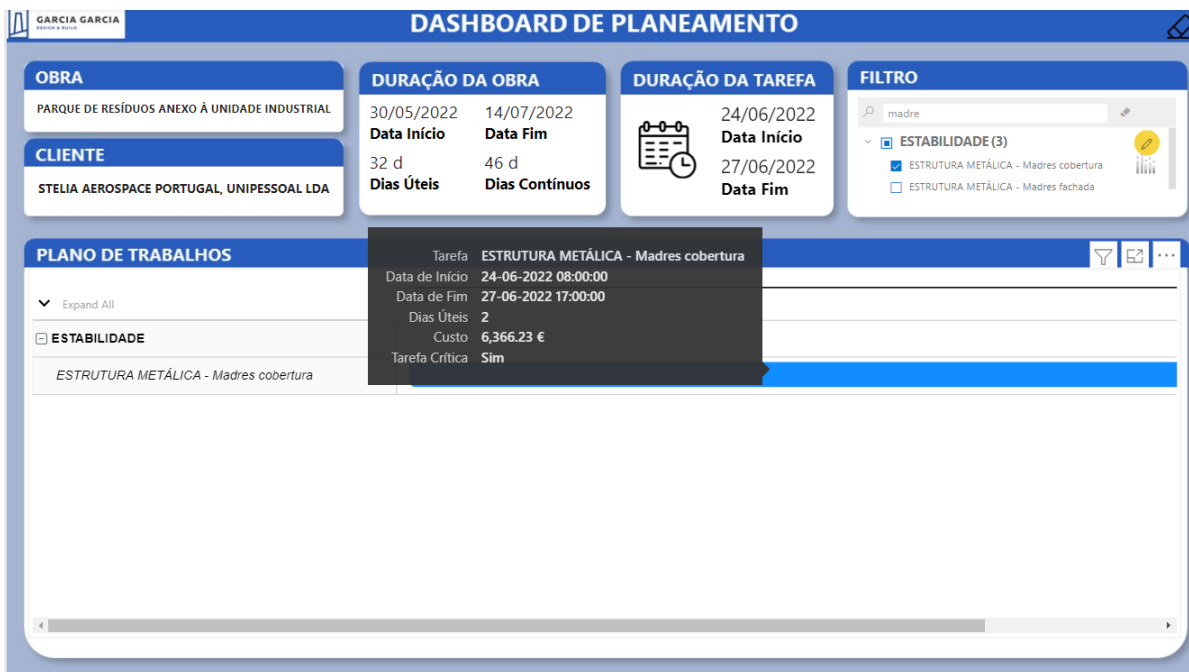


Figura 5.30 – Dashboard de planeamento com os dados das madres

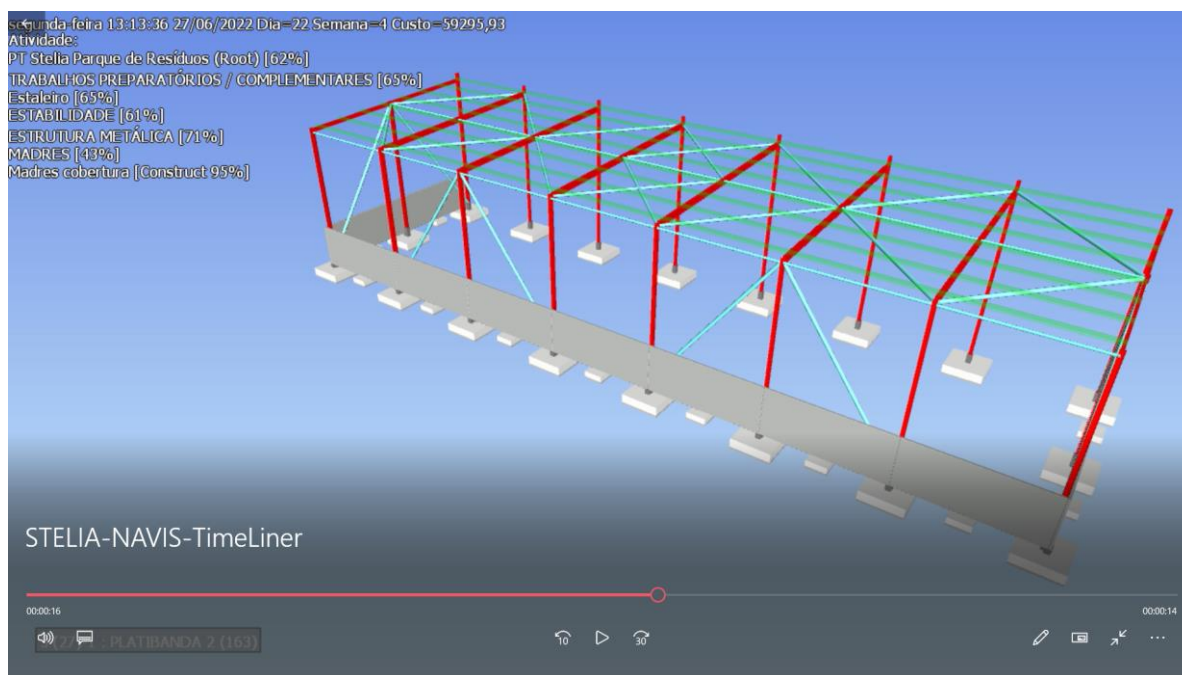


Figura 5.31 – Vídeo com os elementos de madre

Para além disso, se a equipa desejar saber os detalhes de cada uma das madres, como suas quantidades e seus custos unitários, pode filtrar a *dashboard* de orçamentação, conforme ilustra a Figura 5.32.



Figura 5.32 – Dashboard de orçamentação com os dados das madres

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 CONCLUSÕES

O estudo da metodologia BIM, dos sistemas de classificação e das ferramentas BI aplicados a um caso prático, permitiu desenvolver uma metodologia eficiente para a gestão da informação de um modelo BIM. De um modo geral, o objetivo primordial deste trabalho foi alcançado.

A metodologia desenvolvida permitiu a organização da informação de duas formas distintas que podiam se complementar, com a apresentação do modelo e também dos dados, através do *Navisworks* e das *dashboards*. Constatou-se que a *dashboard* é uma importante ferramenta, que possibilitou a integração de várias tabelas de diferentes fontes, organizando e apresentando a informação relevante, o que permitiu otimizar as tomadas de decisão durante a elaboração do projeto e proporcionou uma melhor comunicação entre os colaboradores e os setores da Garcia, Garcia.

Durante a aplicação da metodologia, a maioria dos processos realizados, incluindo a importação de dados para a classificação dos elementos dos modelos, a exportação de dados, bem como a extração de quantidades de trabalho dos modelos, foi automatizada com recurso ao *Dynamo*, que mostrou-se ser uma ferramenta valiosa e indispensável ao aumentar a produtividade.

Algumas considerações foram feitas anteriormente sobre a organização da informação, mas é importante retomar algumas questões: uma biblioteca de objetos BIM classificados e organizados deve ser feita e mantida com o intuito de ter-se maior produtividade durante a modelação. Com relação ao sistema *Uniclass 2015*, algumas dificuldades foram encontradas durante o processo de classificação, pelo facto de ser adaptado à realidade britânica, de possuir nomenclaturas em inglês que às vezes não são compreensíveis e de possuir tabelas muito extensas. As soluções e as alternativas para a resolução destas limitações também já foram referidas.

Relativamente ao processo de extração das quantidades de trabalho do modelo, encontraram-se alguns problemas relativos à modelação, que foram relatados, e precisam ser corrigidos para que se tenha uma maior precisão na estimativa de custos e para que seja possível aprimorar este processo.

Relativamente à *dashboard* de planeamento, o gráfico de Gantt utilizado apresentava a limitação relacionada à hierarquia das tarefas do Plano de Trabalhos, o que necessitou da sua reorganização, que foi feita manualmente, o que não é benéfico para o fluxo de trabalhos pelo que necessita de melhores soluções.

O âmbito deste trabalho é orientado aos setores de projeto, orçamentação e planeamento da empresa, mas se for estendido a outras partes interessadas, como os clientes, por exemplo, o uso do *Navisworks* para a visualização do modelo tridimensional pode não ser a melhor alternativa, porque para quem não tem conhecimentos acerca deste *software*, a sua utilização pode ser complexa. Portanto, a melhor solução seria disponibilizar o modelo através de uma *webpage* ou integrar o modelo à *dashboard*.

6.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Durante a realização deste trabalho observou-se que algumas atividades executadas necessitavam de otimização, por apresentarem algumas desvantagens, pelo que foi possível idealizar algumas sugestões de melhoria, listadas abaixo:

- Proposta para a classificação de famílias de sistemas no Revit – neste trabalho, todos os elementos foram classificados através dos parâmetros de instância ou de tipo, mas no que se refere às famílias de sistemas (elementos de paredes, pisos, coberturas, etc) que podem ter diversas camadas de acabamentos e revestimentos, é necessário estabelecer uma prática diferente de classificação. A classificação poderia ser feita camada a camada, através do *keynote* do material de cada camada no “*material browser*” no *Revit*, permitindo assim que todas as camadas fossem corretamente quantificadas e orçamentadas;
- Integração do modelo BIM à dashboard – esta integração seria possível através de aplicações que necessitam de subscrições pagas, como o *Tracer* ou o *Vcad*, ou através do desenvolvimento de uma API (*Application Programming Interface*) com recurso ao *software Autodesk Forge*;
- Elaboração de forma automatizada de tabelas para a orçamentação – aprimorar as rotinas do *Dynamo* de modo que sejam também exportados do modelo BIM as quantidades totais e os custos totais numa única tabela. Neste trabalho, foram exportados as quantidades de trabalho e os custos de cada um dos elementos em folhas distintas, conforme a categoria do elemento;
- Melhoria da dashboard de planeamento – desenvolver ou aprimorar no *Power BI* um elemento visual de gráfico de Gantt que permita demonstrar o Plano de Trabalhos exatamente como ele é.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI - **GUIA 2 - Classificação da Informação no BIM** [Em linha]. Brasília : ABDI, 2017 [Consult. 20 jan. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://mutual.com.br/wp-content/uploads/2018/01/GUIA-BIM02_20171101_WEB.pdf>. ISBN 9788561323448.
- AFSARI, Kereshmeh; EASTMAN, Charles M. - **A Comparison of Construction Classification Systems Used for Classifying Building Product Models**. In 52nd ASC Annual International Conference Proceedings [Em linha]. Atlanta : ASC, 2016 [Consult. 20 mar. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://www.researchgate.net/publication/303484920_A_Comparison_of_Construction_Classification_Systems_Used_for_Classifying_Building_Product_Models>.
- AIA - **Integrated Project Delivery: A Guide** [Em linha]. 1a. ed. Estados Unidos : AIA, 2007 [Consult. 16 abr. 2022]. Disponível em WWW:<URL:http://www.cmhc.ca>.
- AUTODESK - **Classification Systems and Their Use in Autodesk Revit. Managing the “I” in BIM**. [Em linha], atual. 2017. [Consult. 8 mar. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://www.biminteroperabilitytools.com/classificationmanager/downloads/Autodesk Whitepaper - Classification Systems.pdf>.
- AUTODESK - **O papel do openBIM na otimização da troca de dados para as equipas de projeto AEC** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 19 mai. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://www.autodesk.pt/industry/bim/interoperability>.
- BALSLEV, Henrik - **The Reference Designation System (RDS): A common naming convention for systems and their elements**. In 26th Annual INCOSE International Symposium [Em linha]. Edimburgo : INCOSE, 2016 [Consult. 20 mar. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/j.2334-5837.2016.00251.x>.
- BIMFORUM - **Level of Development (LOD) Specification For Building Information Models: Part I, Guide & Commentary** [Em linha]. Estados Unidos : BIMForum, 2021 [Consult. 15 abr. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://bimforum.org/lod/>.
- BOLPAGNI, Marzia; CIRIBINI, Angelo - **The Information Modeling and the Progression of Data-Driven Projects**. In Proceedings of the CIB World Building Congress [Em linha]. Tampere : Universidade de Tecnologia de Tampere, 2016 [Consult. 20 abr. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://www.researchgate.net/publication/303642440_The_Information_Modeling_and_the_Progression_of_Data-Driven_Projects>.
- BOLPAGNI, Marzia - Building Information Modelling and Information Management. In BOLPAGNI, MARZIA; RIBEIRO, DIOGO; GAVINA, RUI - **Industry 4.0 for the Built Environment: Methodologies, Technologies and Skills** [Em linha]. 1ª ed. Suíça : Springer, 2022 [Consult. 8 mai. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-82430-3#toc>. ISBN 9783030824303. p. 29–54.
- BS ISO 19650-1. 2018, **Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling**. Reino Unido: BSI. 33 p.

BS ISO 22274:2013. 2013, **Systems to manage terminology, knowledge and content - Concept-related aspects for developing and internationalizing classification systems**. Reino Unido: BSI. 62 p.

CALVETTI, Diego *et al.* - **BIM WD: A Dimensão dos Trabalhadores Integrada nos Modelos de Informação**. In 3º Congresso ptBIM [Em linha]. Porto : FEUP, 26 Nov. 2020 [Consult. 10 mar. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://books.fe.up.pt/index.php/feup/catalog/view/978-972-752-272-9/978-972-752-272-9_0131-0140/141-1>.

CAMPESTRINI, Tiago Francisco *et al.* - **Entendendo BIM** [Em linha]. 1.ª ed. Curitiba : Universidade Federal do Paraná, 2015 [Consult. 7 jan. 2022]. Disponível em WWW:<URL:http://www.gpsustentavel.ufba.br/documentos/livro_entendendo_bim.pdf>.

COELHO, Diogo Filipe Moreira - **Utilização do BIM 4D e 5D enquanto metodologia avançada para o planeamento, preparação e monitorização de obras**. Guimarães : Universidade do Minho, 2016.

CONSÓRCIO PRONIC - **Documento InCI/ProNIC** [Em linha]. Portugal : Consórcio ProNIC, 2012 (Relatório n.V1.0). [Consult. 18 mar. 2022]. Disponível em WWW:<URL:http://www.impic.pt/impic/assets/misc/pdf/documentos_de_iniciativas_estrategicas/documento_PRONIC.pdf>.

COSTA, João; SANTOS, José; GOMES, Rita - **Projeto Integrador da Pós-Graduação em Coordenação BIM (PGBIM)**. Porto : Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2022.

DARÓS, José - **Os termos do Revit que você precisa saber** [Em linha]. Brasil : Utilizando BIM, 2019, atual. 2019. [Consult. 23 jun. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://utilizandobim.com/blog/termos-revit/>.

DELANY, Sarah - **What is Uniclass 2015?** [Em linha]. Reino Unido : NBS, 2017, atual. 2017. [Consult. 20 jan. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-uniclass-2015>.

Document E202. 2008, **Building Information Modeling Protocol Exhibit**. Estados Unidos : AIA. 9 p.

EASTMAN, Chuck *et al.* - **Manual de BIM - Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. 1.ª ed. Porto Alegre : Bookman, 2014. ISBN 978-85-8260-118-1.

GARCIA, GARCIA - **Website da Garcia Garcia** [Em linha]. Portugal : Garcia, Garcia, 2018, atual. 2018. [Consult. 20 dez. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.garcia.pt/pt/>.

GERBERT, Philipp *et al.* - **The Transformative Power of Building Information Modeling** [Em linha]. [S.l.] : Boston Consulting Group, 2016, atual. 2016. [Consult. 6 mai. 2002]. Disponível em WWW:<URL:https://www.bcg.com/publications/2016/engineered-products-infrastructure-digital-transformative-power-building-information-modeling>.

HAMIL, Stephen - **What is Building Information Modelling (BIM)?** [Em linha]. Reino Unido : NBS, 2021, atual. 2021. [Consult. 2 abr. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim>.

ICIS - **Comparison of OmniClass, Uniclass, Cuneco and CoClass with reference to ISO 12006-2 and ISO 81346-12** [Em linha]. Zurique : I.C.I.S., 2018 [Consult. 20 abr. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://www.icis.org/wp-content/uploads/2018/07/2018_Classification-system-comparison.pdf>.

JACKSON, Phil - **Nordic Study of Classification Systems for Infrastructure & Transportation Practical Requirements for Classification of Information in Digital Engineering** [Em linha]. Reino Unido : BuildingSMART, 2020 (Relatório n.IR-2020-1022-TR Practical). [Consult. 2 abr. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2020/08/Nordic-Study-of-Classification-Systems-for-Infrastructure-Transportation-v1.0-1.pdf>.

- LIMA, Rodrigo *et al.* - **SECCLasS - Sustainability Enhanced Construction Classification System: Análise de conceitos, normas e sistemas de classificação da informação da construção** [Em linha]. Lisboa : SECCLasS, 2021 [Consult. 12 mar. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://secclass.pt/documentos/>.
- MARTINS, João Pedro Poças - **Papel da Tecnologia BIM na Gestão da Informação na Construção**. In *Construção Magazine*. Portugal. [Em linha] (2012) p. 14–16. [Consult. 21 mai. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/66866>.
- MENDEZ, Angie *et al.* - **Projeto SECCLASS – O desenvolvimento de um sistema de classificação da construção com componente de sustentabilidade adaptado ao BIM**. In 4º congresso ptBIM - vol. 2 [Em linha]. Braga : UMinho Editora, 3 mai. 2022 [Consult. 14 mai. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://ebooks.uminho.pt/index.php/uminho/catalog/view/77/133/1587-1>.
- MICROSOFT - **O que são as ferramentas de business intelligence (BI)?** [Em linha], atual. 2022. [Consult. 24 abr. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://azure.microsoft.com/pt-pt/overview/what-are-business-intelligence-tools/>.
- NBR ISO 12006-2. 2010, **Construção de edificação - Organização de informação da construção. Parte 2: Estrutura para classificação de informação**. Brasil : ABNT. 25 p.
- NUNES, Henrique Martins - **Sistemas de Classificação de Informação da Construção. Proposta de metodologia orientada para objetos BIM**. Lisboa : Universidade Nova de Lisboa, 2016.
- OKE, Ayodeji; AIGBAVBOA, Clinton; MABENA, Siphwe - **Effects of Automation on Construction Industry Performance**. In *Proceedings of the 2nd ICMMSSE* [Em linha]. Paris : Atlantis Press, 2017 [Consult. 20 mai. 2022]. Disponível em WWW:<URL:http://www.atlantis-press.com/php/paper-details.php?id=25881614>.
- PELLEGRINO, Ernesto *et al.* - **Managing and Visualizing Your BIM Data. Understand the fundamentals of computer science for data visualization using Autodesk Dynamo, Revit, and Microsoft Power BI**. 1.ª ed. Birmingham : Packt Publishing Ltd., 2021. ISBN 9781801073981.
- POÇAS, Ana Rita Fernandes - **Planeamento e controlo de projetos de construção com recurso ao BIM**. Guimarães : Universidade do Minho, 2015.
- PROVING, Ground - **Why use BI for Building Design and Construction?** [Em linha]. Estados Unidos : Proving Ground, [s.d.] [Consult. 24 abr. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://provingground.io/services/business-intelligence/>.
- RIBEIRINHO, Maria João *et al.* - **The next normal in construction: How disruption is reshaping the world's largest ecosystem**. [Em linha]. [S.l.] : McKinsey & Company, 2020 [Consult. 1 abr. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/the-next-normal-in-construction-how-disruption-is-reshaping-the-worlds-largest-ecosystem>.
- ROBERTI, Fabio; FERREIRA, Decio - **Increasing Autodesk Revit Productivity for BIM Projects - A practical guide to using Revit workflows to improve productivity and efficiency in BIM projects**. 1.ª ed. Birmingham : Packt Publishing Ltd., 2021. ISBN 9781800566804.
- SENA, Paulo César Peixoto - **Automação de processos de projeto e programação em BIM: Dynamo, Python e C#**. São Paulo : Universidade de São Paulo, 2019.
- SILVA, Jorge Miguel Santos - **Princípios para o Desenvolvimento de Projetos com Recurso a Ferramentas BIM. Avaliação de melhores práticas e proposta de regras de modelação para projetos de estruturas**. Porto : Universidade do Porto, 2013.
- WINTOUR, Paul - **Improving operational effectiveness with Dynamo** [Em linha]. Sydney : Parametric Monkey, 2019, atual. 2019. [Consult. 21 mai. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://parametricmonkey.com/2019/02/18/improving-operational-effectiveness-with-dynamo/>.

ANEXO I – WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS)

NÍVEL	ITEM	DESCRIÇÃO
1	1	TRABALHOS PREPARATÓRIOS / COMPLEMENTARES
2	1.1	ESTALEIRO
2	1.2	HIGIENE E SEGURANÇA
2	1.3	APOIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
2	1.4	LIMPEZA DA OBRA
2	1.5	TERRAPLENAGENS / MOVIMENTO DE TERRAS
2	1.6	DEMOLIÇÕES
1	2	ESTABILIDADE
2	2.1	CONTENÇÕES
2	2.2	FUNDAÇÕES INDIRETAS
2	2.3	FUNDAÇÕES DIRETAS / MUROS DE SUPORTE
3	2.3.1	SAPATAS
3	2.3.2	VIGAS DE FUNDAÇÃO
3	2.3.3	MUROS DE CONTENÇÃO
3	2.3.4	PLINTOS
3	2.3.5	DRENAGEM / IMPERMEABILIZAÇÃO DE ELEMENTOS ENTERRADOS
2	2.4	ESTRUTURA DE BETÃO ARMADO
3	2.4.1	PILARES DE BETÃO
3	2.4.2	VIGAS DE BETÃO
3	2.4.3	LAJES DE BETÃO
3	2.4.4	PAREDES DE BETÃO
3	2.4.5	ESCADAS DE BETÃO
2	2.5	ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA EM BETÃO
3	2.5.1	ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA
3	2.5.2	LAJES PRÉ-FABRICADAS
3	2.5.3	ESCADAS PRÉ-FABRICADAS
2	2.6	ESTRUTURA METÁLICA
3	2.6.1	PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS
3	2.6.2	MADRES
2	2.7	PAVIMENTO TÉRREO
1	3	ARQUITETURA
2	3.1	ENVOLVENTE EXTERIOR
3	3.1.1	COBERTURAS
3	3.1.2	FACHADAS
4	3.1.2.1	ALVENARIAS EXTERIORES
4	3.1.2.2	ACABAMENTO DE FACHADAS
4	3.1.2.3	SERRALHARIAS EXTERIORES
4	3.1.2.4	CARPINTARIAS EXTERIORES
4	3.1.2.5	VIDROS
2	3.2	CONSTRUÇÃO INTERIOR
3	3.2.1	ALVENARIAS INTERIORES
3	3.2.2	DIVISÓRIAS EM PAINEL PRÉ-FABRICADO
3	3.2.3	DIVISÓRIAS EM GESSO CARTONADO
3	3.2.4	ACABAMENTO DE PAREDES
3	3.2.5	ACABAMENTO DE TETOS
3	3.2.6	ACABAMENTO DE PAVIMENTOS
3	3.2.7	CARPINTARIAS INTERIORES
3	3.2.8	DIVISÓRIAS MODULARES
3	3.2.9	SERRALHARIAS INTERIORES
3	3.2.10	VIDROS/ESPELHOS
3	3.2.11	EQUIPAMENTOS SANITÁRIOS
3	3.2.12	EQUIPAMENTOS

1	4	REDES HIDRÁULICAS
2	4.1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA
3	4.1.1	AA REDE INTERIOR
3	4.1.2	AA REDE EXTERIOR
2	4.2	ÁGUAS RESIDUAIS
3	4.2.1	AR REDE INTERIOR
3	4.2.2	AR REDE EXTERIOR
2	4.3	ÁGUAS PLUVIAIS
3	4.3.1	PL REDE INTERIOR
3	4.3.2	PL REDE EXTERIOR
1	5	SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO
2	5.1	RIA REDE INTERIOR
2	5.2	RIA REDE EXTERIOR
1	6	AVAC - INSTALAÇÕES MECÂNICAS
2	6.1	PRODUÇÃO DE ÁGUA FRIA E QUENTE
2	6.2	VENTILAÇÃO
2	6.3	CLIMATIZAÇÃO
2	6.4	ELÉTRICAS, AVAC E DE CONTROLO
2	6.5	SISTEMAS DE DESENFUMAGEM
2	6.6	PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE AR COMPRIMIDO
2	6.7	PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE VÁCUO
2	6.8	PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE AZOTO
1	7	REDE DE GÁS
2	7.1	GÁS REDE INTERIOR
2	7.2	GÁS REDE EXTERIOR
1	8	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, TELEFÓNICAS E SEGURANÇA
2	8.1	REDE DE TERRAS
2	8.2	CAMINHO DE CABOS
2	8.3	CAIXAS DE PAVIMENTO E CALHAS DLP
2	8.4	ALIMENTAÇÃO EM MÉDIA TENSÃO
2	8.5	ALIMENTAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA
2	8.6	ALIMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS
2	8.7	TOMADAS DE USOS GERAIS
2	8.8	ALIMENTAÇÕES SOCORRIDAS
2	8.9	ILUMINAÇÃO NORMAL
2	8.10	ILUMINAÇÃO DE SAÍDA E DE SEGURANÇA
2	8.11	ILUMINAÇÃO EXTERIOR
2	8.12	EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS
3	8.12.1	GRUPO GERADOR EMERGÊNCIA
3	8.12.2	GRUPO GERADOR DE SEGURANÇA E TRANSFORMADORES DE ISOLAMENTO
3	8.12.3	UPS
2	8.13	DETEÇÃO DE INCÊNDIO
2	8.14	DETEÇÃO DE INTRUSÃO
2	8.15	DETEÇÃO DE GÁS
2	8.16	REDE DE CABLAGEM ESTRUTURADA
2	8.17	INTERCOMUNICADOR
2	8.18	SISTEMA DE CHAMADA DE WCS
2	8.19	SISTEMA DE PROTEÇÃO DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS
2	8.20	CONTROLO DE ACESSOS
2	8.21	CCTV
1	9	GTC
2	9.1	QUADROS DE GESTÃO TÉCNICA
2	9.2	INFRAESTRUTURA
2	9.3	EQUIPAMENTO DE CAMPO
2	9.4	SERVIÇOS DE ENGENHARIA
1	10	ARRANJOS EXTERIORES
2	10.1	MUROS/VIGAS PERIMÉTRICAS
2	10.2	PAVIMENTAÇÕES
2	10.3	SINALIZAÇÃO
2	10.4	SISTEMAS DE VEDAÇÃO
2	10.5	PORTARIA
2	10.6	BANDEIRAS
2	10.7	ESPAÇOS VERDES

ANEXO II – TABELAS DE DADOS IMPORTADOS

1. Dados relativos aos parâmetros 3D, 4D e 5D

MODELO	5D-DESCRIÇÃO	CATEGORY	5D-CÓDIGO MASTER	5D-UNIDADE DE MEDIÇÃO	5D-CUSTO UNITÁRIO	FAMILY	TYPE	INSTANCE	3D-NÍVEL	4D-RENDIMENTO
ARQUITETURA	Pavimento térreo com juntas de retração: Betão=17cm + 25kg/m ³ + 6/7kg/m ² .	Floors	JE1PR133	m2	33,12	Floor	Pavimento em betão		NÍVEL 0	750
ARQUITETURA	Chapa exterior KINGSPAN TZ-30 STD com 0,50mm na horizontal.	Roofs	KA1FM735	m2	19,70	Basic Roof	COB_CHAPA (29) - PCH(29)		COBERTURA	300
ARQUITETURA	Caleiros simples em chapa galvanizada com 1,2mm de espessura, com desenvolvimento até 625mm.	Roofs	LA1CA010	mt	30,00	Basic Roof	COB_CHAPA_CALEIRO (20) - PCH(20)		COBERTURA	100
ARQUITETURA	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	Walls	KA1FM282	m2	31,73	Basic Wall	PA.E_PSANDWICH (60) - AR(105)/PAI(60)		NÍVEL 0	250
ARQUITETURA	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	Walls	KA1FM282	m2	31,73	Basic Wall	PA.E_PBETÃO PF (379) - BET(120)/AR(03)/PAI(100) 3		NÍVEL 0	250
ARQUITETURA	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	Walls	KA1FM282	m2	31,73	Basic Wall	PA.E_PSANDWICH (379) - AR(150)/PAI(100) 2		NÍVEL 0	250
ARQUITETURA	Chapa simples perfilada pré-lacada, tipo FTB9 da FTB, com 0,50mm de espessura em revestimentos da platibanda.	Walls	LA1CS600	m2	13,18	Basic Wall	CHAPA TESTA 15MM		PLATIBANDA	300
ESTRUTURA	Painéis de betão pré-fabricados maciços com 16 cm de espessura.	Generic Models	GE1FB020	m2	63,60	Painel	Painel 12		NÍVEL 0	150
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	HE1EM005	kg	2,15	MP_SC_Steel HE	HE160A	S275 JR (EN 10025-2)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	HE1EM005	kg	2,15	MP_SC_Steel IPE	IPE270	S275 JR (EN 10025-2)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	HE1EM005	kg	2,15	MP_SC_Steel IPE	IPE160	S275 JR (EN 10025-2)	NÍVEL 0	10

ANEXO

ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	HE1EM005	kg	2,15	MP_SC_Steel IPE	IPE140	S275 JR (EN 10025-2)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	HE1EM005	kg	2,15	MP_SC_Steel IPE	IPE240	S275 JR (EN 10025-2)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Plintos em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	Structural Columns	FE1PL040	m3	646,31	MP_SC_Concrete Rectangular Plinto	30x30	Betão C25/30	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Plintos em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	Structural Columns	FE1PL040	m3	646,31	MP_SC_Concrete Rectangular Plinto	25x25	Betão C25/30	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Plintos em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	Structural Columns	FE1PL040	m3	646,31	MP_SC_Concrete Rectangular Plinto	15x25	Betão C25/30	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	HE1EM005	kg	2,15	MP_SC_Steel HE	HE200A	S275 JR (EN 10025-2)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Sapatas isoladas em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	Structural Foundations	FE1SI040	m3	249,89	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	S2 - 2.00x2.00x0.45		NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Sapatas isoladas em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	Structural Foundations	FE1SI040	m3	249,89	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	S1 - 1.00x1.00x0.30		NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	HE1EM005	kg	2,15	MP_SB_Steel IPE	IPE300	S275 JR (EN 10025-2)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	HE1EM005	kg	2,15	MP_SB_Steel IPE	IPE220	S275 JR (EN 10025-2)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	HE1EM005	kg	2,15	MP_SB_Steel CHS CF	CHS193.7x8.0	S275 J0H (EN 10219-1)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	HE1EM005	kg	2,15	MP_SB_Steel CHS CF	CHS139.7x3.2	S275 J0H (EN 10219-1)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	HE1EM005	kg	2,15	MP_SB_Steel CHS CF	CHS60.3x3.0	S275 J0H (EN 10219-1)	PLATIBANDA	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	HE1EM005	kg	2,15	MP_SB_Steel CHS CF	CHS168.3x5.0	S275 J0H (EN 10219-1)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	HE1EM005	kg	2,15	MP_SB_Steel CHS CF	CHS168.3x3.2	S275 J0H (EN 10219-1)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	HE1EM005	kg	2,15	MP_SB_Steel SHS CF	SHS120x5	S275 J0H (EN 10219-1)	PLATIBANDA	10
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	HE1EM005	kg	2,15	MP_SB_Steel CHS CF	CHS114.0x3.0	S275 J0H (EN 10219-1)	NÍVEL 0	10
ESTRUTURA	Madremax 200x1,5mm fachada.	Structural Framing	HE1MM330	mt	19,06	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	S350+GD	NÍVEL 0	250
ESTRUTURA	Madres tipo C, contraplatibanda.	Structural Framing	HE1MM150	kg	1,70	MP_SB_Steel C	C200x55x18x2	S220 GD+Z (EN 10326-1)	PLATIBANDA	250

2. Dados relativos ao sistema *Uniclass 2015*

MODELO	5D-DESCRIÇÃO	CATEGORY	FAMILY	TYPE	UNICLASS EF NUMBER	UNICLASS EF DESCRIPTION	UNICLASS Ss NUMBER	UNICLASS Ss DESCRIPTION	UNICLASS Pr NUMBER	UNICLASS Pr DESCRIPTION
ARQUITETURA	Pavimento térreo com juntas de retração: Betão=17cm + 25kg/m ³ + 6/7kg/m ² .	Floors	Floor	Pavimento em betão	EF_30_20	Floors	Ss_30_14_15_16	Concrete paving systems	Pr_20_85_14_16	Concrete solid slabs
ARQUITETURA	Chapa exterior KINGSPAN TZ-56 R5T13 com 0,50mm na horizontal.	Roofs	Basic Roof	COB_CHAPA (29) - PCH(29)	EF_30_10	Roofs	Ss_30_40_50_13	Carbon steel sheet fully supported roof covering systems	Pr_25_71_51_33	Galvanized carbon steel profiled sheets
ARQUITETURA	Caleiros simples em chapa galvanizada com 1,2mm de espessura, com desenvolvimento até 625mm.	Roofs	Basic Roof	COB_CHAPA_CAL EIRO (20) - PCH(20)	EF_30_10	Roofs	Ss_30_75_50_11	Carbon steel sheet gutter lining systems	Pr_25_71_51_33	Galvanized carbon steel profiled sheets
ARQUITETURA	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	Walls	Basic Wall	PA.E_PBETÃO PF (379) - BET(120)/AR(03) /PAI(100) 3	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_14_54	Metal insulating sandwich panel cladding systems	Pr_25_71_14_22	Carbon steel insulating sandwich panels
ARQUITETURA	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	Walls	Basic Wall	PA.E_PSANDWIC H (379) - AR(150)/PAI(100) 2	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_14_54	Metal insulating sandwich panel cladding systems	Pr_25_71_14_22	Carbon steel insulating sandwich panels
ARQUITETURA	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	Walls	Basic Wall	PA.E_PSANDWIC H (60) - AR(105)/PAI(60)	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_14_54	Metal insulating sandwich panel cladding systems	Pr_25_71_14_22	Carbon steel insulating sandwich panels
ARQUITETURA	Chapa simples perfilada pré-lacada, tipo FTB9 da FTB, com 0,50mm de espessura em revestimentos da platibanda.	Walls	Basic Wall	CHAPA TESTA 15MM	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_50_11	Carbon steel sheet fully supported wall-covering systems	Pr_25_71_51_33	Galvanized carbon steel profiled sheets
ESTRUTURA	Painéis de betão pré-fabricados maciços com 16 cm de espessura.	Generic Models	Painel	Painel 12	EF_25_10	Walls	Ss_25_11_16_65	Precast concrete wall systems	Pr_20_65_60_15	Concrete panelled modules
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	MP_SC_Steel HE	HE160A	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_30_75_35	Heavy steel column systems	Pr_20_85_16_11	Carbon steel columns

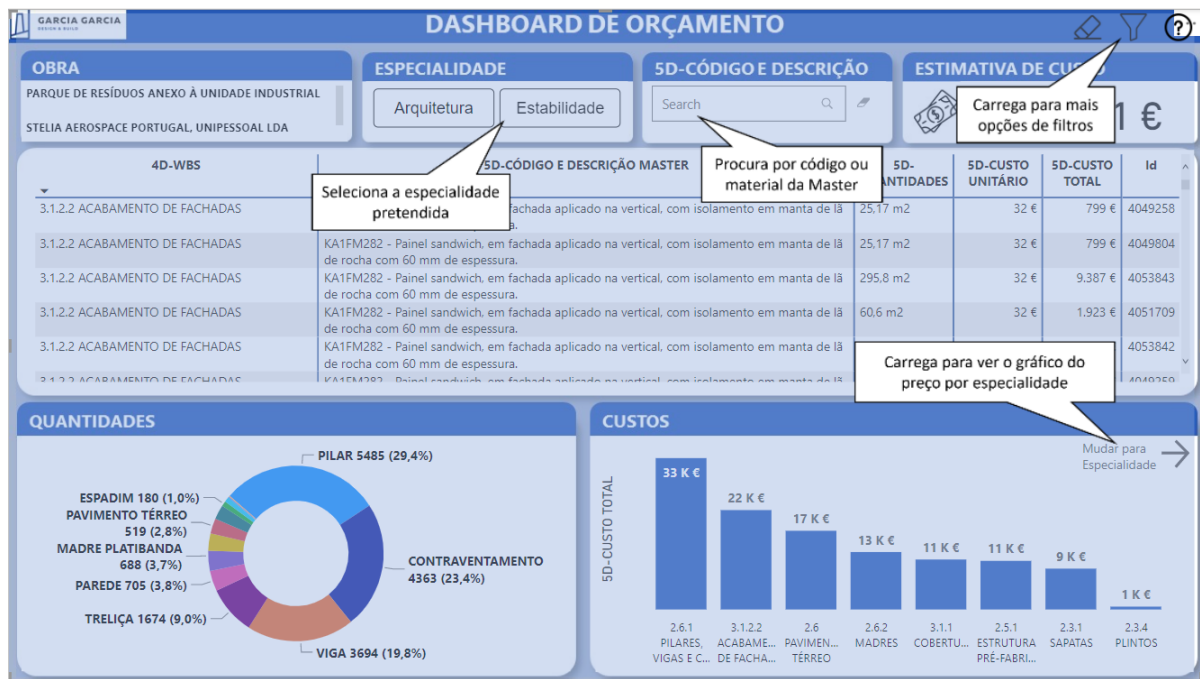
ANEXO

ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	MP_SC_Steel IPE	IPE270	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_30_75_35	Heavy steel column systems	Pr_20_85_16_11	Carbon steel columns
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	MP_SC_Steel HE	HE200A	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_30_75_35	Heavy steel column systems	Pr_20_85_16_11	Carbon steel columns
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	MP_SC_Steel IPE	IPE140	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_30_75_35	Heavy steel column systems	Pr_20_85_16_11	Carbon steel columns
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	MP_SC_Steel IPE	IPE160	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_30_75_35	Heavy steel column systems	Pr_20_85_16_11	Carbon steel columns
ESTRUTURA	Plintos em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	Structural Columns	MP_SC_Concrete Rectangular Plinto	30x30	EF_20_05_30	Foundations	Ss_20_05_50_70	Reinforced concrete base or foundation systems	Pr_20_85_13_63	Concrete plinth units
ESTRUTURA	Plintos em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	Structural Columns	MP_SC_Concrete Rectangular Plinto	25x25	EF_20_05_30	Foundations	Ss_20_05_50_70	Reinforced concrete base or foundation systems	Pr_20_85_13_64	Concrete plinth units
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Columns	MP_SC_Steel IPE	IPE240	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_30_75_35	Heavy steel column systems	Pr_20_85_16_11	Carbon steel columns
ESTRUTURA	Plintos em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	Structural Columns	MP_SC_Concrete Rectangular Plinto	15x25	EF_20_05_30	Foundations	Ss_20_05_50_70	Reinforced concrete base or foundation systems	Pr_20_85_13_64	Concrete plinth units
ESTRUTURA	Sapatas isoladas em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	Structural Foundations	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	S2 - 2.00x2.00x0.45	EF_20_05_30	Foundations	Ss_20_05_15_70	Reinforced concrete pad and strip foundation systems	Pr_20_85_13_32	Concrete foundation pads
ESTRUTURA	Sapatas isoladas em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	Structural Foundations	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	S1 - 1.00x1.00x0.30	EF_20_05_30	Foundations	Ss_20_05_15_70	Reinforced concrete pad and strip foundation systems	Pr_20_85_13_32	Concrete foundation pads
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	MP_SB_Steel IPE	IPE220	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	MP_SB_Steel IPE	IPE300	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams

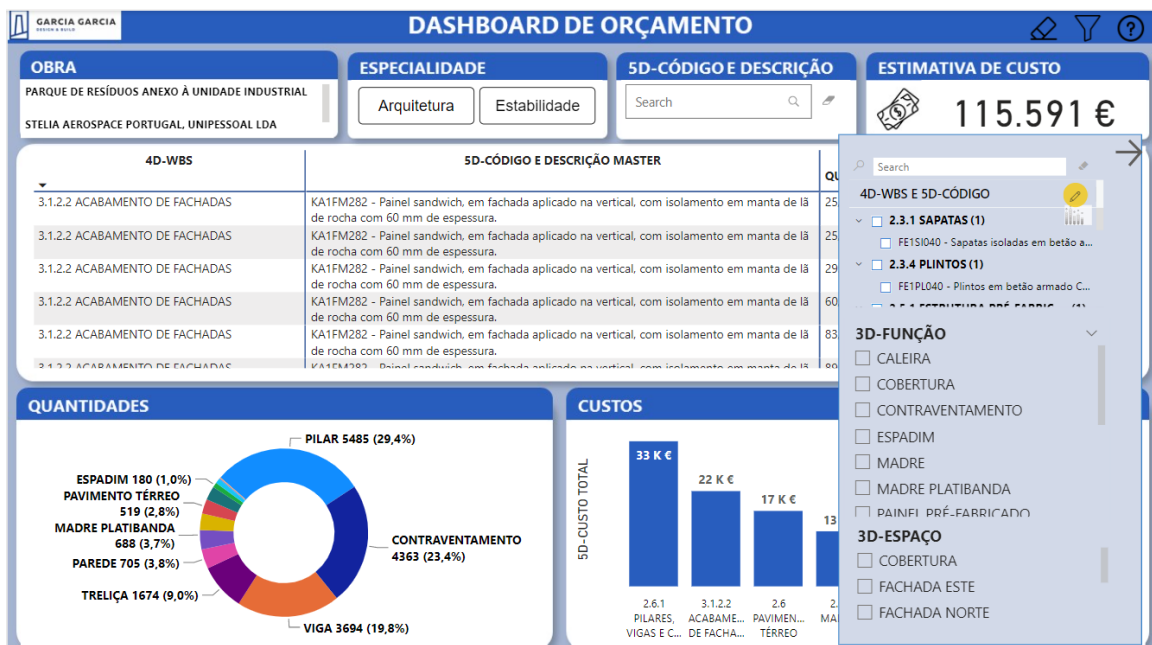
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS193.7x8.0	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_84_88	Tension or compression bracing products
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS139.7x3.2	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_84_88	Tension or compression bracing products
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS60.3x3.0	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_90_13	Carbon steel trusses
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS168.3x5.0	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_84_88	Tension or compression bracing products
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS168.3x3.2	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_84_88	Tension or compression bracing products
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	MP_SB_Steel SHS CF	SHS120x5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_90_13	Carbon steel trusses
ESTRUTURA	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS114.0x3.0	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_84_88	Tension or compression bracing products
ESTRUTURA	MadreMax 200x1,5mm fachada	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams
ESTRUTURA	Madres tipo C, contraplatibanda	Structural Framing	MP_SB_Steel C	C200x55x18x2	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams

ANEXO III – DASHBOARD NO POWER BI

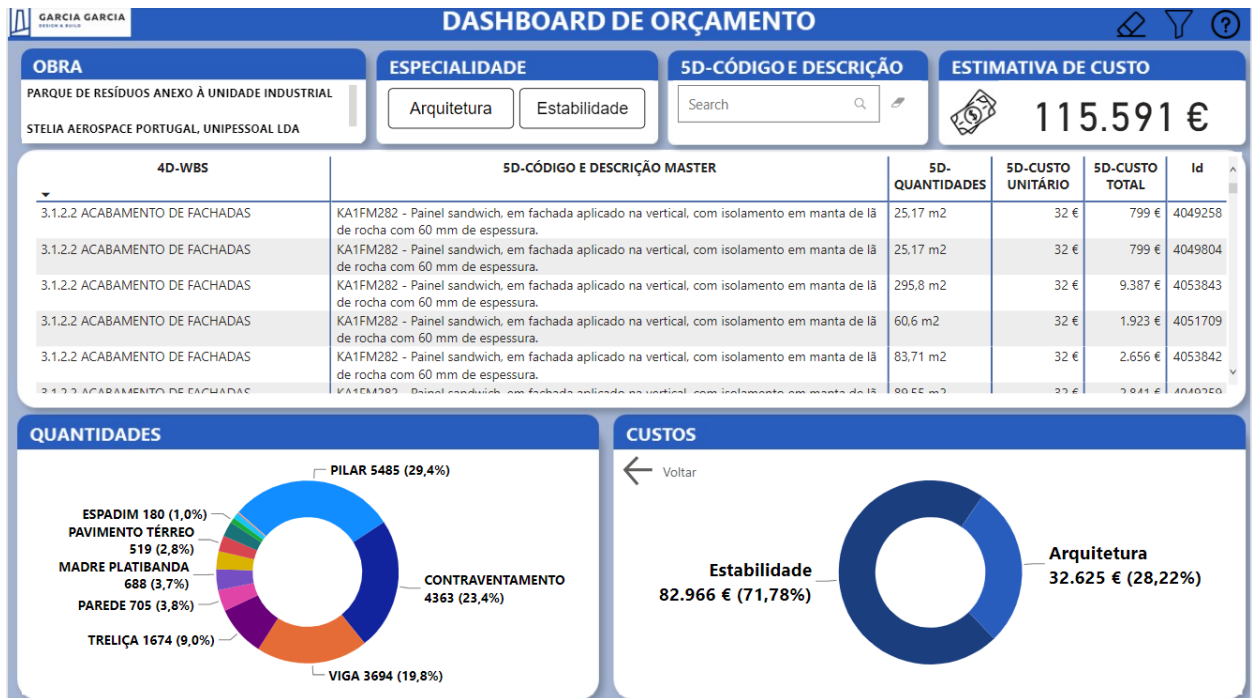
1. Painel de Informação



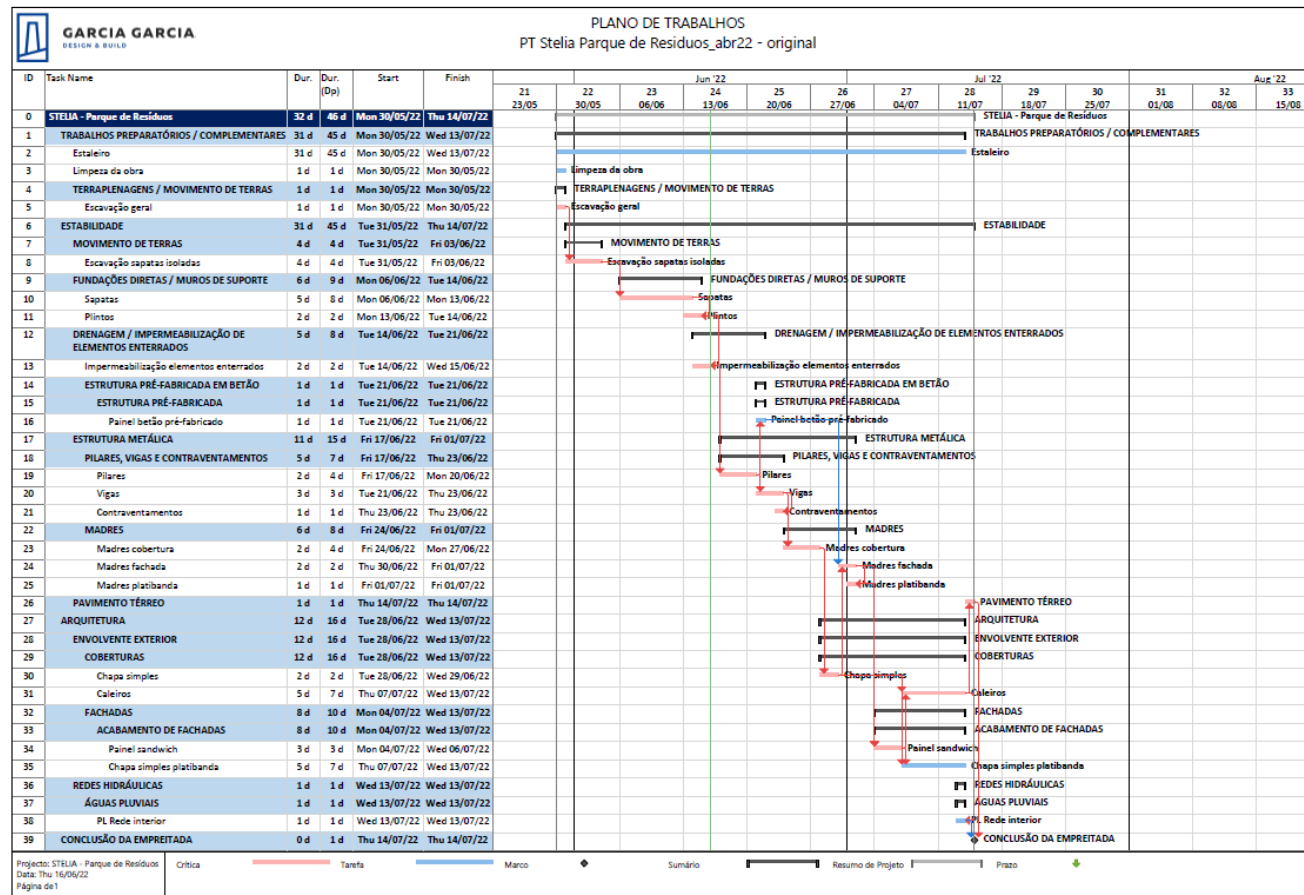
2. Painel de Filtro



3. Mudança de Gráfico dos Custos



ANEXO IV – PLANO DE TRABALHOS NO MS PROJECT



ANEXO V – TABELA DE DADOS EXPORTADOS

Unique Id	Id	3D-ZONA	3D-ESPAÇO	3D-FUNÇÃO	3D-NÍVEL	4D-WBS	4D-RENDIMENTO	5D-CÓDIGO MASTER	5D-DESCRIÇÃO	5D-QUANTIDADE	5D-UNIDADE DE MEDIÇÃO	5D-CUSTO UNITÁRIO	5D-CUSTO TOTAL	Category	Family	Type	UN-CÓDIGO ELEMENTO/FUNÇÃO	UN-DESCRIÇÃO ELEMENTO/FUNÇÃO	UN-CÓDIGO SISTEMA	UN-DESCRIÇÃO SISTEMA	UN-CÓDIGO PRODUTO	UN-DESCRIÇÃO PRODUTO	ESPECIALIDADE
f6e49410-2a60-4466-8bb3-697d948e0b1b-003dc96a	4049258	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA ESTE	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2 ACABAMENTO DE FACHADAS	250	KA1FM282	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	25,17	m2	31,73	798,73	Walls	Basic Wall	PA.E_PBETÃO PF (379) - BET(120)/AR(03)/PAI(100) 3	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_14_54	Metal insulating sandwich panel cladding systems	Pr_25_71_14_22	Carbon steel insulating sandwich panels	Arquitetura
f6e49410-2a60-4466-8bb3-697d948e0b1b-003dc96b	4049259	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA ESTE	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2 ACABAMENTO DE FACHADAS	250	KA1FM282	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	89,55	m2	31,73	2841,40	Walls	Basic Wall	PA.E_PSANDWICH (379) - AR(150)/PAI(100) 2	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_14_54	Metal insulating sandwich panel cladding systems	Pr_25_71_14_22	Carbon steel insulating sandwich panels	Arquitetura
f6e49410-2a60-4466-8bb3-697d948e0b1b-003dc96c	4049804	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA OESTE	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2 ACABAMENTO DE FACHADAS	250	KA1FM282	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	25,17	m2	31,73	798,73	Walls	Basic Wall	PA.E_PBETÃO PF (379) - BET(120)/AR(03)/PAI(100) 3	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_14_54	Metal insulating sandwich panel cladding systems	Pr_25_71_14_22	Carbon steel insulating sandwich panels	Arquitetura
f6e49410-2a60-4466-8bb3-697d948e0b1b-003dc96d	4049805	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA OESTE	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2 ACABAMENTO DE FACHADAS	250	KA1FM282	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	89,55	m2	31,73	2841,40	Walls	Basic Wall	PA.E_PSANDWICH (379) - AR(150)/PAI(100) 2	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_14_54	Metal insulating sandwich panel cladding systems	Pr_25_71_14_22	Carbon steel insulating sandwich panels	Arquitetura
463dc7b2-9f74-41d4-a507-c80343577fb2-003dd2fd	4051709	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA SUL	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2 ACABAMENTO DE FACHADAS	250	KA1FM282	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	60,61	m2	31,73	1922,97	Walls	Basic Wall	PA.E_PSANDWICH (60) - AR(105)/PAI(60)	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_14_54	Metal insulating sandwich panel cladding systems	Pr_25_71_14_22	Carbon steel insulating sandwich panels	Arquitetura
463dc7b2-9f74-41d4-a507-c80343577fb2-003ddb52	4053842	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2 ACABAMENTO DE FACHADAS	250	KA1FM282	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	83,71	m2	31,73	2656,04	Walls	Basic Wall	PA.E_PBETÃO PF (379) - BET(120)/AR(03)/PAI(100) 3	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_14_54	Metal insulating sandwich panel cladding systems	Pr_25_71_14_22	Carbon steel insulating sandwich panels	Arquitetura
463dc7b2-9f74-41d4-a507-c80343577fb2-003ddb53	4053843	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	PAREDE	NÍVEL 0	3.1.2.2 ACABAMENTO DE FACHADAS	250	KA1FM282	Painel sandwich, em fachada aplicado na vertical, com isolamento em manta de lã de rocha com 60 mm de espessura.	295,86	m2	31,73	9387,11	Walls	Basic Wall	PA.E_PSANDWICH (379) - AR(150)/PAI(100) 2	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_14_54	Metal insulating sandwich panel cladding systems	Pr_25_71_14_22	Carbon steel insulating sandwich panels	Arquitetura
9679a52f-7e28-429d-a9f7-583fc657ff38-003f210d	4137229	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA SUL	PAREDE	PLATIBANDA	3.1.2.2 ACABAMENTO DE FACHADAS	300	LA1CS600	Chapa simples perfilada pré-lacada, tipo FTB9 da FTB, com 0,50mm de espessura em revestimentos da platibanda.	35,15	m2	13,18	463,08	Walls	Basic Wall	CHAPA TESTA 15MM	EF_25_10	Walls	Ss_25_20_50_11	Carbon steel sheet fully supported wall-covering systems	Pr_25_71_51_33	Galvanized carbon steel profiled sheets	Arquitetura
57cc561e-1650-463e-baa6-c5fce711dab5-003ed19a	4116890	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	COBERTURA	COBERTURA	3.1.1 COBERTURAS	300	KA1FM735	Chapa exterior KINGSPAN TZ-30 STD com 0,50mm na horizontal.	490,59	m2	19,70	9666,62	Roofs	Basic Roof	COB_CHAPA (29) - PCH(29)	EF_30_10	Roofs	Ss_30_40_50_13	Carbon steel sheet fully supported roof covering systems	Pr_25_71_51_33	Galvanized carbon steel profiled sheets	Arquitetura
b6709b97-b1bc-4a2c-8d16-30f1d20c8fb-003ed2b3	4117171	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	CALEIRA	COBERTURA	3.1.1 COBERTURAS	100	LA1CA010	Caleiros simples em chapa galvanizada com 1,2mm de espessura, com desenvolvimento até 625mm.	41,63	mt	30,00	1248,78	Roofs	Basic Roof	COB_CHAPA_CALEIRO (20) - PCH(20)	EF_30_10	Roofs	Ss_30_75_50_11	Carbon steel sheet gutter lining systems	Pr_25_71_51_33	Galvanized carbon steel profiled sheets	Arquitetura
f6e49410-2a60-4466-8bb3-697d948e0b1b-003dc846	4048966	PARQUE DE RESÍDUOS	PAVIMENTO	PAVIMENTO TÉRREO	NÍVEL 0	2.6 PAVIMENTO TÉRREO	750	JE1PR133	Pavimento térreo com juntas de retração: Betão=17cm + 25kg/m³ + 6/7kg/m².	519,10	m2	33,12	17192,69	Floors	Floor	Pavimento em betão	EF_30_20	Floors	Ss_30_14_15_16	Concrete paving systems	Pr_20_85_14_16	Concrete solid slabs	Arquitetura
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a70	424560	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA SUL	TRELIÇA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	104,42	kg	2,15	224,30	Structural Framing	MP_SB_Steel SHS CF	SHS120x5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_90_13	Carbon steel trusses	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a72	424562	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA SUL	TRELIÇA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	104,42	kg	2,15	224,30	Structural Framing	MP_SB_Steel SHS CF	SHS120x5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_90_13	Carbon steel trusses	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a78	424568	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	VIGA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	316,68	kg	2,15	680,23	Structural Framing	IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam	IPE220	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a7a	424570	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	VIGA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	510,11	kg	2,15	1095,72	Structural Framing	IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam	IPE300	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a7c	424572	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	CONTRAVENTAMENTO	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	48,85	kg	2,15	104,93	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS114.0x3.0	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_84_88	Tension or compression bracing products	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a82	424578	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	VIGA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	510,11	kg	2,15	1095,72	Structural Framing	IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam	IPE300	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a84	424580	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	CONTRAVENTAMENTO	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	48,85	kg	2,15	104,93	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS114.0x3.0	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_84_88	Tension or compression bracing products	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a86	424582	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA SUL	TRELIÇA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	104,42	kg	2,15	224,30	Structural Framing	MP_SB_Steel SHS CF	SHS120x5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_90_13	Carbon steel trusses	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a88	424584	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA SUL	TRELIÇA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	104,42	kg	2,15	224,30	Structural Framing	MP_SB_Steel SHS CF	SHS120x5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_90_13	Carbon steel trusses	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a8e	424590	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	VIGA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	510,11	kg	2,15	1095,72	Structural Framing	IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam	IPE300	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a90	424592	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	CONTRAVENTAMENTO	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	48,85	kg	2,15	104,93	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS114.0x3.0	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_84_88	Tension or compression bracing products	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a92	424594	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA SUL	TRELIÇA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	104,42	kg	2,15	224,30	Structural Framing	MP_SB_Steel SHS CF	SHS120x5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_90_13	Carbon steel trusses	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a9a	424602	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	VIGA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	510,11	kg	2,15	1095,72	Structural Framing	IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam	IPE300	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a9c	424604	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	CONTRAVENTAMENTO	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	48,85	kg	2,15	104,93	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS114.0x3.0	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_84_88	Tension or compression bracing products	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067a9e	424606	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA SUL	TRELIÇA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	104,42	kg	2,15	224,30	Structural Framing	MP_SB_Steel SHS CF	SHS120x5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_90_13	Carbon steel trusses	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067aa0	424608	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA SUL	TRELIÇA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	104,42	kg	2,15	224,30	Structural Framing	MP_SB_Steel SHS CF	SHS120x5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_90_13	Carbon steel trusses	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067aa6	424614	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	VIGA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	510,11	kg	2,15	1095,72	Structural Framing	IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam	IPE300	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067aa8	424616	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	CONTRAVENTAMENTO	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	48,85	kg	2,15	104,93	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS114.0x3.0	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_84_88	Tension or compression bracing products	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067aaa	424618	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA SUL	TRELIÇA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	104,42	kg	2,15	224,30	Structural Framing	MP_SB_Steel SHS CF	SHS120x5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_90_13	Carbon steel trusses	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067aac	424620	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA SUL	TRELIÇA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	104,42	kg	2,15	224,30	Structural Framing	MP_SB_Steel SHS CF	SHS120x5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_90_13	Carbon steel trusses	Estabilidade
fdc91fe8-fd22-48fe-8f90-dc455318765f-00067ab2	424626	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	VIGA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	510,11	kg	2,15	1095,72	Structural Framing	IPE-I-sections (with constant flange thickness)-Beam	IPE300	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade

6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006b393	439187	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	MADRE	COBERTURA	2.6.2 MADRES	300	HE1MM230	Madremax 200x1,5mm cobertura	41,76	ml	19,06	795,78	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006b39e	439198	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	MADRE	COBERTURA	2.6.2 MADRES	300	HE1MM230	Madremax 200x1,5mm cobertura	41,76	ml	19,06	795,78	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006b3a9	439209	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	MADRE	COBERTURA	2.6.2 MADRES	300	HE1MM230	Madremax 200x1,5mm cobertura	41,76	ml	19,06	795,78	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006b3b4	439220	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	MADRE	COBERTURA	2.6.2 MADRES	300	HE1MM230	Madremax 200x1,5mm cobertura	41,76	ml	19,06	795,78	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006b3bf	439231	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	MADRE	COBERTURA	2.6.2 MADRES	300	HE1MM230	Madremax 200x1,5mm cobertura	41,76	ml	19,06	795,78	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006b574	439668	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA OESTE	MADRE	NÍVEL 0	2.6.2 MADRES	250	HE1MM330	Madremax 200x1,5mm fachada	11,97	ml	19,06	228,15	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006b596	439702	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA OESTE	MADRE	NÍVEL 0	2.6.2 MADRES	250	HE1MM330	Madremax 200x1,5mm fachada	11,78	ml	19,06	224,47	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006b5a4	439716	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA OESTE	MADRE	NÍVEL 0	2.6.2 MADRES	250	HE1MM330	Madremax 200x1,5mm fachada	11,78	ml	19,06	224,47	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006b5b2	439730	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA OESTE	MADRE	NÍVEL 0	2.6.2 MADRES	250	HE1MM330	Madremax 200x1,5mm fachada	11,78	ml	19,06	224,47	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
3bf47c8f-694b-48a1-bcfe-17ae8aaa618-0006cbb7	445367	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	CONTRAVENTAMENTO	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	200,25	kg	2,15	430,14	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS168.3x5.0	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_84_88	Tension or compression bracing products	Estabilidade
3bf47c8f-694b-48a1-bcfe-17ae8aaa618-0006cbb9	445369	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	CONTRAVENTAMENTO	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	129,54	kg	2,15	278,26	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS168.3x3.2	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_84_88	Tension or compression bracing products	Estabilidade
5a64157b-a5db-4ec0-9154-611df78b7489-0006d1f8	446968	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA SUL	TRELIÇA	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	104,42	kg	2,15	224,30	Structural Framing	MP_SB_Steel SHS CF	SHS120x5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_90_13	Carbon steel trusses	Estabilidade
5a64157b-a5db-4ec0-9154-611df78b7489-0006d373	447347	PARQUE DE RESÍDUOS	COBERTURA	CONTRAVENTAMENTO	NÍVEL 0	2.6.1 PILARES, VIGAS E CONTRAVENTAMENTOS	10	HE1EM005	Estrutura metálica, em perfis de aço S275JR sem pintura intumescente.	48,85	kg	2,15	104,93	Structural Framing	MP_SB_Steel CHS CF	CHS114.0x3.0	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_35	Heavy steel beam systems	Pr_20_85_84_88	Tension or compression bracing products	Estabilidade
5a64157b-a5db-4ec0-9154-611df78b7489-0006d6f4	448244	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA ESTE	MADRE	NÍVEL 0	2.6.2 MADRES	250	HE1MM330	Madremax 200x1,5mm fachada	12,15	ml	19,06	231,58	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
5a64157b-a5db-4ec0-9154-611df78b7489-0006d6f6	448246	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA ESTE	MADRE	NÍVEL 0	2.6.2 MADRES	250	HE1MM330	Madremax 200x1,5mm fachada	11,96	ml	19,06	227,91	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
5a64157b-a5db-4ec0-9154-611df78b7489-0006d6f8	448248	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA ESTE	MADRE	NÍVEL 0	2.6.2 MADRES	250	HE1MM330	Madremax 200x1,5mm fachada	12,16	ml	19,06	231,77	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
5a64157b-a5db-4ec0-9154-611df78b7489-0006d6fa	448250	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA ESTE	MADRE	NÍVEL 0	2.6.2 MADRES	250	HE1MM330	Madremax 200x1,5mm fachada	11,96	ml	19,06	227,91	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
5a64157b-a5db-4ec0-9154-611df78b7489-0006eb2c	453420	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	MADRE	NÍVEL 0	2.6.2 MADRES	250	HE1MM330	Madremax 200x1,5mm fachada	41,82	ml	19,06	796,94	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
5a64157b-a5db-4ec0-9154-611df78b7489-0006eb30	453424	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	MADRE	NÍVEL 0	2.6.2 MADRES	250	HE1MM330	Madremax 200x1,5mm fachada	41,82	ml	19,06	796,94	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
9dbf50b8-7bc9-47c3-bce5-932ddbac74cf-0006ed15	453909	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	MADRE	NÍVEL 0	2.6.2 MADRES	250	HE1MM330	Madremax 200x1,5mm fachada	41,82	ml	19,06	796,94	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
9dbf50b8-7bc9-47c3-bce5-932ddbac74cf-0006ed7a	454010	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	MADRE	NÍVEL 0	2.6.2 MADRES	250	HE1MM330	Madremax 200x1,5mm fachada	41,82	ml	19,06	796,94	Structural Framing	MP_MadreMax_new	MadreMax 200x1.5	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
e55f4729-6504-48e6-a501-445342b192eb-0006foe2	454882	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	MADRE PLATIBANDA	PLATIBANDA	2.6.2 MADRES	250	HE1MM150	Madres tipo C, contraplatibanda	217,40	kg	1,70	370,45	Structural Framing	MP_SB_Steel C	C200x55x18x2	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
e55f4729-6504-48e6-a501-445342b192eb-0006f185	455045	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA OESTE	MADRE PLATIBANDA	PLATIBANDA	2.6.2 MADRES	250	HE1MM150	Madres tipo C, contraplatibanda	63,68	kg	1,70	108,51	Structural Framing	MP_SB_Steel C	C200x55x18x2	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
60da7f55-61ce-4282-86fc-8e74e945eb61-0006f424	455716	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA NORTE	MADRE PLATIBANDA	PLATIBANDA	2.6.2 MADRES	250	HE1MM150	Madres tipo C, contraplatibanda	217,40	kg	1,70	370,45	Structural Framing	MP_SB_Steel C	C200x55x18x2	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
60da7f55-61ce-4282-86fc-8e74e945eb61-0006f426	455718	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA OESTE	MADRE PLATIBANDA	PLATIBANDA	2.6.2 MADRES	250	HE1MM150	Madres tipo C, contraplatibanda	63,68	kg	1,70	108,51	Structural Framing	MP_SB_Steel C	C200x55x18x2	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
9769bd06-fdbd-494f-bdfd-a1a49bcc9078-00073fe1	475105	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA ESTE	MADRE PLATIBANDA	PLATIBANDA	2.6.2 MADRES	250	HE1MM150	Madres tipo C, contraplatibanda	63,02	kg	1,70	107,38	Structural Framing	MP_SB_Steel C	C200x55x18x2	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
9769bd06-fdbd-494f-bdfd-a1a49bcc9078-00073fe3	475107	PARQUE DE RESÍDUOS	FACHADA ESTE	MADRE PLATIBANDA	PLATIBANDA	2.6.2 MADRES	250	HE1MM150	Madres tipo C, contraplatibanda	63,02	kg	1,70	107,38	Structural Framing	MP_SB_Steel C	C200x55x18x2	EF_20_10_30	Framed structures	Ss_20_20_75_45	Light steel beam systems	Pr_20_85_08_11	Carbon steel beams	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006c946	444742	PARQUE DE RESÍDUOS	FUNDAÇÃO	SAPATA	NÍVEL 0	2.3.1 SAPATAS	10	FE1S1040	Sapatas isoladas em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	1,80	m3	249,89	449,80	Structural Foundations	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	S2 - 2.00x2.00x0.45	EF_20_05_30	Foundations	Ss_20_05_15	Concrete foundation systems	Pr_20_85_13_32	Concrete foundation pads	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006c975	444789	PARQUE DE RESÍDUOS	FUNDAÇÃO	SAPATA	NÍVEL 0	2.3.1 SAPATAS	10	FE1S1040	Sapatas isoladas em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	1,80	m3	249,89	449,80	Structural Foundations	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	S2 - 2.00x2.00x0.45	EF_20_05_30	Foundations	Ss_20_05_15	Concrete foundation systems	Pr_20_85_13_32	Concrete foundation pads	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006c9c7	444871	PARQUE DE RESÍDUOS	FUNDAÇÃO	SAPATA	NÍVEL 0	2.3.1 SAPATAS	10	FE1S1040	Sapatas isoladas em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	1,80	m3	249,89	449,80	Structural Foundations	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	S2 - 2.00x2.00x0.45	EF_20_05_30	Foundations	Ss_20_05_15	Concrete foundation systems	Pr_20_85_13_32	Concrete foundation pads	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006c9e7	444903	PARQUE DE RESÍDUOS	FUNDAÇÃO	SAPATA	NÍVEL 0	2.3.1 SAPATAS	10	FE1S1040	Sapatas isoladas em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	1,80	m3	249,89	449,80	Structural Foundations	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	S2 - 2.00x2.00x0.45	EF_20_05_30	Foundations	Ss_20_05_15	Concrete foundation systems	Pr_20_85_13_32	Concrete foundation pads	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006c9e9	444905	PARQUE DE RESÍDUOS	FUNDAÇÃO	SAPATA	NÍVEL 0	2.3.1 SAPATAS	10	FE1S1040	Sapatas isoladas em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	1,80	m3	249,89	449,80	Structural Foundations	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	S2 - 2.00x2.00x0.45	EF_20_05_30	Foundations	Ss_20_05_15	Concrete foundation systems	Pr_20_85_13_32	Concrete foundation pads	Estabilidade
6d5c341c-8769-4506-a329-891892a2e0ef-0006c9eb	444907	PARQUE DE RESÍDUOS	FUNDAÇÃO	SAPATA	NÍVEL 0	2.3.1 SAPATAS	10	FE1S1040	Sapatas isoladas em betão armado C25/30 · XC2 (P) · Cl 0,40 · Dmáx22 · S3 e aço A500NR.	1,80	m3	249,89	449,80	Structural Foundations	MP_SF_Concrete Rectangular Footing	S2 - 2.00x2.00x0.45	EF_20_05_30	Foundations	Ss_20_05_15	Concrete foundation systems	Pr_20_85_13_32	Concrete foundation pads	Estabilidade

