

Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Metodologia para implementação do BIM-FM: Caso de estudo

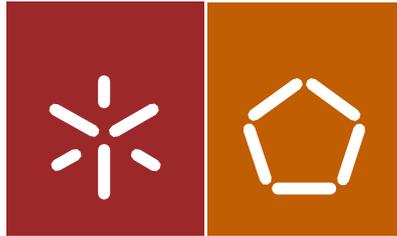
Matheus Bento Correia

**Metodologia para implementação do BIM-FM: Caso de estudo**

Matheus Bento Correia

UMinho | 2021

Outubro de 2021



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Matheus Bento Correia

## Metodologia para implementação do BIM-FM: Caso de estudo

Dissertação de Mestrado  
Mestrado em Construção e Reabilitação  
Sustentáveis

Trabalho efetuado sob a  
orientação do **Professor Doutor  
Dinis Miguel Campos Leitão** e  
coorientação do **Professor Doutor  
Vitor Manuel do Couto Fernandes  
da Cunha**

Outubro de 2021

## DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### *Licença concedida aos utilizadores deste trabalho*



Atribuição

CC BY

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

## AGRADECIMENTOS

Chegar até esse momento não foi fácil. Em meio a uma pandemia, conciliar trabalho, família e a produção desta dissertação foi extremamente desafiador, entretanto é gratificante chegar neste momento. Agradeço imensamente a Deus por me permitir concluir esta etapa. Ele tem sido a minha força e fortaleza.

Aos Professores Doutor Dinis Miguel Campos Leitão e Vítor Manuel do Couto Fernandes da Cunha, orientador e coorientador, respetivamente, por todo apoio, compreensão, dedicação e colaboração. Ao engenheiro João Marcelo, DST, pelo acolhimento e auxílio no decorrer desta dissertação.

Ao engenheiro Mário Correia, Archibus, pela prontidão em contribuir com este projeto. Tornou-se parte indispensável para que este trabalho fosse possível.

Agradeço ainda pela parceria e constante motivação da minha esposa Layra, que nunca duvidou que este momento chegaria e sempre esteve ao meu lado. Agradeço à minha família no Brasil, que mesmo distante sempre se fez presente, minha insuperável mãe Maribel, meu pai José Carlos, minhas irmãs Ana Cláudia e Juliana. Vocês são meu refúgio.

Por fim agradeço aos professores, amigos e colaboradores do Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis da Universidade do Minho pela troca de experiências e constante aprendizado.

Apenas Gratidão.

## DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

## RESUMO

Com o passar dos anos, a construção civil tem passado por um processo evolutivo e, nesse aspecto, algumas mudanças vêm sendo sentidas, quer no âmbito econômico ou mesmo de mentalidade. Os edifícios têm se tornado cada vez mais complexos e com grande riqueza de detalhes e, para tal, aprimorar a forma como se faz engenharia é cada vez mais preciso nos dias atuais. A mentalidade dos *stakeholders* tem se voltado a buscar mecanismos que propiciem o controle sobre as mais variadas fases do ciclo de vida das edificações e, que, ao mesmo tempo facilite a gestão em todas estas. Paralelo a este cenário, a indústria da construção civil tem percebido a relevância da otimização de processos e redução de custos nas fases de operação e manutenção, fase esta com extrema relevância, em muitos aspectos. A utilização de métodos tradicionais para gerir equipamentos, processos e pessoas já não satisfaz às necessidades atuais do setor e a manutenção das condições adequadas da edificação se torna cada vez mais comprometida. O usufruto da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) vem auxiliando esse processo de controle em todos os ciclos e vem ganhar mais força na fase de operação e manutenção. Unido ao emprego do *facility management* em edificações, o BIM-FM, é capaz de auxiliar na melhoria do controle do espaço, otimizar equipas, projetos, processos, precisão de dados, e vários outros benefícios voltados a um controle mais abrangente em que os dados necessários são extraídos de um modelo rico em detalhes e informações, preciso e capaz de fornecer suporte integral à gestão de facilidades do edificado. Desta maneira, o presente trabalho centra-se em avaliar o emprego do BIM-FM, em contexto empresarial, de um pavilhão pré-existente com o intuito de fomentar e aplicar uma metodologia padrão no edificado para usufruto das potencialidades do BIM-FM. De acordo com os objetivos propostos foi possível contribuir para a otimização dos dados contidos em projeto e, avaliar o uso dessas ferramentas para auxiliar no processo de manutenção preventiva e corretiva nas instalações, utilizando como *software* de modelação BIM, o Revit® e para o *facility management* o *software* Archibus®.

**Palavras-Chave:** *facility management*, BIM-FM, manutenção preventiva, manutenção corretiva, Revit, Archibus.

## ABSTRACT

Over the years, civil construction has gone through an evolutionary process and, in this respect, some changes have been felt, whether in the economic field or even in the mentality. Fact is that there has been much progress in the increase of technologies and tools to leverage the workability on several fronts. Buildings are becoming more and more complex and with great wealth of detail and, to this end, improving the way engineering is done is more and more precise nowadays. The mindset of the stakeholders has turned to seek mechanisms that provide control over the most varied phases of the life cycle of buildings and, at the same time, facilitate management in all of them. Parallel to this scenario, the civil construction industry has realized the relevance of process optimization and cost reduction in the operation and maintenance phases, a phase that is extremely relevant in many aspects. The use of traditional methods to manage equipment, processes and people no longer meets the current needs of the sector and the maintenance of the proper conditions of the building is becoming increasingly compromised. The use of BIM (Building Information Modeling) technology has been helping this control process in all cycles and is gaining more strength in the operation and maintenance phase. United to the use of facility management in buildings, the BIM-FM, is able to help improve the control of space, optimize teams, projects, processes and data accuracy, and several other benefits aimed at a more comprehensive control where the necessary data is extracted from a model rich in details and information, accurate and able to provide full support to the management of facilities of the building. In this way, the present work focuses on evaluating the use of BIM-FM, in a business context, of a pre-existing pavilion with the purpose of fostering and applying a standard methodology in the building to enjoy the potential of BIM-FM. According to the proposed objectives, it was possible to contribute to the optimization of the data contained in the project, and to evaluate the use of these tools to assist in the process of preventive and corrective maintenance in the facilities, using as BIM software, Revit® and for facility management Archibus® software.

**Keywords:** facility management, BIM-FM, preventive maintenance, corrective maintenance, Revit, Archibus.

# ÍNDICE

Agradecimentos

Resumo

Abstract

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Motivação .....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.4 Estrutura da dissertação.....	5
<b>CAPÍTULO 2: FACILITY MANAGEMENT .....</b>	<b>7</b>
2.1 Contexto histórico e conceitos.....	7
2.2 Gestão de edifícios.....	11
2.2.1 Gestão técnica.....	12
2.2.2 Gestão económica .....	14
2.2.3 Gestão funcional.....	15
2.3 Manutenção de edifícios: conceitos e definições.....	16
2.3.1 Sistema de Manutenção Integrada .....	20
2.3.2 Plano de manutenção .....	20
2.4 Elementos fonte de manutenção.....	22
2.5 <i>Facility Management</i> na gestão e manutenção dos edifícios .....	25
2.5.1 <i>Service Level Agreement</i> .....	29
2.5.2 <i>Key Performance Indicators</i> .....	34
2.5.3 Indicadores de desempenho segundo EN 15341.....	35
2.5.4 Indicadores de desempenho económico.....	35
2.5.5 Indicadores de desempenho técnico .....	36
2.5.6 Indicadores de desempenho organizacional.....	37
2.6 Síntese do capítulo.....	38
<b>CAPÍTULO 3: BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) .....</b>	<b>40</b>
3.1 Conceitos e definições.....	40
3.2 Modelo BIM e suas dimensões .....	41

3.3	Níveis de maturidade .....	43
3.4	Relações paramétricas .....	46
3.5	Interoperabilidade .....	46
3.6	<i>Level of development</i> .....	50
3.7	Metodologia BIM aplicada ao FM.....	52
3.7.1	Vantagens da utilização do BIM-FM .....	54
3.7.2	<i>Software</i> BIM-FM .....	55
3.7.3	<i>Construction Operations Building Information Exchange</i> .....	63
3.7.4	Implementação e normalização do BIM-FM .....	64
3.8	Síntese do capítulo.....	66
<b>CAPÍTULO 4: METODOLOGIA APLICADA.....</b>		<b>67</b>
4.1	Notas preliminares.....	67
4.2	Caso de estudo.....	67
4.2.1	Caracterização do edificado .....	68
4.2.2	Desenvolvimento/etapas do projeto .....	71
4.3	Recolha de Informações .....	73
4.4	Modelação de especialidades.....	75
4.4.1	Arquitetura e estrutura .....	77
4.5	Estruturação padrão COBie .....	83
4.5.1	Sistema de classificação .....	84
4.5.2	Configurações iniciais de dados COBie.....	87
4.5.3	Ferramentas de extensão COBie .....	92
4.5.4	Folhas COBie.....	101
4.6	Integração BIM-FM através do <i>software</i> Archibus.....	106
4.6.1	Configuração do modelo e transferência de dados.....	107
4.7	Organização dos dados para manutenção preventiva e corretiva.....	112
4.7.1	Bases para Manutenção Preventiva .....	113
4.7.2	Bases para Manutenção Corretiva .....	117
4.8	Análise Crítica dos Resultados .....	120
4.9	Síntese do capítulo.....	124
<b>CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>		<b>126</b>

5.1	Contributos da investigação .....	127
5.2	Conclusão e trabalhos futuros.....	129
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>133</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AIA	<i>American Insitute of Architects</i>
APFM	Associação Portuguesa de <i>Facility Management</i>
BIFM	<i>British Institute of Facility Management</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BS	<i>British Standard</i>
bSa	<i>buildingSMART Alliance</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAFM	<i>Computer Aided Facility Management</i>
CEN	<i>European Committee of Standardisation</i>
CMMSs	<i>Computerized maintenance management system</i>
COBie	<i>Construction Operations Building Information Exchange</i>
CT	Comissão Técnica
CTM	Custo Total de Manutenção
DST	Domingos da Silva Teixeira
DXF	<i>Data Exchange Format</i>
EFM	Elemento Fonte de Manutenção
EN	Norma Europeia
EuroFM	<i>European Facility Management Network</i>
FM	<i>Facility Management</i>
FMA	<i>Facilities Management Agreement</i>
FMM	<i>Facility Management Maintenance</i>
FMSs	<i>Facility Management System</i>
IDM	<i>Information Delivery Manual</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IFD	<i>Industry Framework for Dictionaries</i>
IFMA	<i>International Facility Management Association</i>
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IWMS	<i>Integrated Workplace Management System</i>

KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
LCC	<i>Life Cycle Cost</i>
LOD	<i>Level of Development</i>
MEP	<i>Mechanical, electrical and plumbing</i>
MVD	<i>Model View Definition</i>
NP	Norma Portuguesa
NFMA	<i>National Facility Management Association</i>
O&M	Operação e Manutenção
PAS	<i>Publicly Available Specifications</i>
SIM	Sistema Integrado da Manutenção
SLA	<i>Service Level Agreements</i>
UMINHO	Universidade do Minho
WLC	<i>Whole Life Cost</i>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espaço, pessoas e processos (Graves, 2013) .....	9
Figura 2: Atividades e processos a realizar na gestão de edifícios (Rodrigues, 2001) .....	12
Figura 3: Percentagens de custos em um edifício nas diferentes fases (Adaptado de Coias e Silva, 2003).....	15
Figura 4: Tipos de manutenção (Adaptado de Cabral, 2009) .....	17
Figura 5: Organização de plano de manutenção (De-Francesco, 2011) .....	22
Figura 6: Curvas características do Impacto do FM nos custos de uma edificação (Adaptado Amelung, 1996) .....	25
Figura 7: Gestão através do FM (Adaptado Nävy, 2002) .....	27
Figura 8: Diferenças entre LCC e WLC (Adaptado da ISO 15686-5, 2011) .....	28
Figura 9: Estrutura do Facility Management (Neves, 2017) .....	29
Figura 10: Níveis de maturidade do BIM segundo Bew-Richard (Barlish And Sullivan, 2012). ...	43
Figura 11: Curva de Macleamy (Soares, 2013) .....	45
Figura 12: Triângulo padrão buildingSMART (BuidingSMART, 2020) .....	47
Figura 13: Versões implementadas do formato IFC (Liebich, 2013) .....	48
Figura 14: Relação entre níveis de desenvolvimento e as fases de vida de um projeto (Sousa, 2013).....	52
Figura 15: Áreas funcionais do FM e respetivos acrónimos dos Sistemas (IWMS, 2009) .....	54
Figura 16: Integração dos componentes BIM no FM Interact (Khemlani, 2020).....	58
Figura 17: Uso do EcoDomus na ligação BIM-FM (Khemlani, 2020) .....	60
Figura 18: Processo de implementação YouBIM (YouBIM, 2016).....	61
Figura 19: Vista aérea – sede grupo DST (GoogleMaps 41.58791292167197, - 8.417969940780877) .....	69
Figura 20: Planta de implantação de pavilhões logísticos (Acervo da DST) .....	70
Figura 21: Vistas do edifício A e B (foto do autor, 05 nov. 2020).....	71
Figura 22: Fluxograma idealizado para a dissertação (Elaborado pelo autor) .....	73
Figura 23: Planta estrutural 3D edifícios A e B (Acervo da DST) .....	74
Figura 24: Pavimento térreo dos edifícios A e B (Acervo da DST) .....	75
Figura 25: Importação de DWG e IFC (Elaborado pelo autor) .....	77
Figura 26: Importação de estrutura e arquitetura (acervo da DST) .....	78

Figura 27: Imagem retirada do <i>software</i> Revit de estrutura e arquitetura justapostas (Acervo da DST).....	79
Figura 28: Duplicação de parede e configuração de envolvente exterior em chapa metálica (Elaborado pelo autor) .....	80
Figura 29: Inserção de pavimento em betonilha 5 cm (Elaborado pelo autor).....	81
Figura 30: Rés do chão retificada dos edifícios A e B (Elaborado pelo autor) .....	82
Figura 31: Piso 1 retificado dos edifícios A e B (Elaborado pelo autor) .....	82
Figura 32: Modelo 3D retificado dos pavilhões A e B (Elaborado pelo autor).....	83
Figura 33: Processo de organização de informações COBie (Adaptada de The COBie Guide v05, 2013).....	84
Figura 34: Sistemas de classificação do <i>software</i> (Elaborado pelo autor) .....	85
Figura 35: BIM Interoperability Tools ( <i>plug-in</i> para <i>software</i> Revit 2020) .....	87
Figura 36: Definição do sistema de classificação utilizado (Elaborado pelo autor).....	88
Figura 37: Definição de classificação de acordo com a tabela de escolha de entidades (Elaborado pelo autor).....	88
Figura 38: Confirmação de escolha de sistema de classificação e especificação quanto ao tipo de empreendimento e seu respetivo código (Elaborado pelo autor).....	89
Figura 39: Exemplo de definição específica para objetos (elementos/funções), (Produtos) e Sistemas para uma porta (Elaborado pelo autor) .....	90
Figura 40: Configuração adotada para portas (Elaborado pelo autor) .....	90
Figura 41: Configuração da modelo de verificação para COBie 1 de 2 (Elaborado pelo autor)...	91
Figura 42: Configuração da modelo de verificação para COBie 2 de 2 (Elaborado pelo autor)...	92
Figura 43: Menu de configuração de parâmetros de famílias 1 de 2 (Elaborado pelo autor) .....	93
Figura 44: Menu de configuração de parâmetros de famílias 2 de 2 (Elaborado pelo autor) .....	93
Figura 45: Configurações gerais de projeto (Elaborado pelo autor).....	95
Figura 46: Definições de <i>Space</i> e <i>Room</i> do projeto (Elaborado pelo autor) .....	96
Figura 47: Configurações de tipo (Elaborado pelo autor).....	96
Figura 48: Seleção de parâmetros a exportar do Revit para criação de ficheiro COBie (Elaborado pelo autor).....	97
Figura 49: Configuração de esquemas de tabela a serem exportados (Elaborado pelo autor) ...	98
Figura 50: Inserção de contactos de intervenientes no processo de FM (Elaborado pelo autor). 98	
Figura 51: Configuração de ambientes e zonas para edifícios A e B (Elaborado pelo autor) .....	99

Figura 52: Seleção de elementos a exportar no ficheiro COBie (Elaborado pelo autor) .....	100
Figura 53: Atualização de parâmetros a exportar (Elaborado pelo autor) .....	100
Figura 54: Exportação de ficheiro COBie (Elaborado pelo autor).....	101
Figura 55: Folha inicial do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor) .....	103
Figura 56: Folha " <i>Contact</i> " do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor).....	103
Figura 57: Folha " <i>Facility</i> " do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor) .....	103
Figura 58: Folha " <i>Floor</i> " do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor).....	104
Figura 59: Folha " <i>Space</i> " do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor) .....	104
Figura 60: Folha " <i>Zone</i> " do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor) .....	104
Figura 61: Folha " <i>Type</i> " do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor) .....	105
Figura 62: Folha " <i>Component</i> " do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor).....	105
Figura 63: Folha " <i>Attribute</i> " do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor).....	105
Figura 64: Folha " <i>Coordinate</i> " do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor).....	106
Figura 65: Folha " <i>Picklist</i> " do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor).....	106
Figura 66: Barra de ferramentas do plug-in da Archibus no Revit (Elaborado pelo autor) .....	107
Figura 67: Barra de propriedade com inserção de dados utilizada para o pavimento R/C (Elaborado pelo autor) .....	108
Figura 68: Exemplo de edição e definição de dados para ambientes do património edificado (Elaborado pelo autor) .....	108
Figura 69: Exemplo de edição e definição de dados para mobiliário do património edificado (Elaborado pelo autor) .....	109
Figura 70: Exemplo de edição e definição de dados para equipamentos do património edificado (Elaborado pelo autor) .....	110
Figura 71: Processo de catalogação de informação (Elaborado pelo autor) .....	110
Figura 72: Importação de dados registrados no <i>software</i> Revit e enviados ao Archibus (Elaborado pelo autor).....	111
Figura 73: Segmentação de ambientes por cores (Elaborado pelo autor) .....	112
Figura 74: Procedimentos de execução para manutenção preventiva em caleira (Elaborado pelo autor) .....	115
Figura 75: Filtro de agendamento de serviço gerado para manutenção preventiva por ambiente: Armazém DTE (Elaborado pelo autor).....	115

Figura 76: Agendamento de serviço gerado para manutenção preventiva: Armazém DTE (Elaborado pelo autor) .....	116
Figura 77: Outras informações disponíveis sobre manutenção para catalogação no Archibus (Archibus, 2020) .....	117
Figura 78: Rotina de manutenção corretiva, segundo Calil; Teixeira (1998).....	118
Figura 79: Identificação e localização por parte do funcionário 1 (Elaborado pelo autor).....	119
Figura 80: Preenchimento de opções e detalhamento da avaria (Elaborado pelo autor).....	120

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Vantagens e desvantagens dos tipos de manutenção (Adaptada de Flores, 2002).....	19
Tabela 2: Elementos Fonte de Manutenção (Adaptado Rodrigues, 2001). (Continua) .....	23
Tabela 3: Informações básicas e suas especificidades para o SLA (Adaptado de Maurício, 2011) .....	30
Tabela 4: Cláusulas específicas de SLA de acordo com a norma EN 15221-2.....	33
Tabela 5: Indicadores de desempenho EN 15341 (Adaptado de EN 15341) .....	35
Tabela 6: Resumo de lista de indicadores económicos da EN 15341 .....	36
Tabela 7: Resumo de lista de indicadores técnicos da EN 15341 .....	37
Tabela 8: Resumo de lista de indicadores organizacionais da EN 15341 .....	38
Tabela 9: Padrões buildingSMART adaptado de BuildingSMART (2020) .....	50
Tabela 10: Comparativo de características dos sistemas de classificação Uniclass e Omniclass	86
Tabela 11: Definições adotadas para a configuração de porta (Elaborado pelo autor) .....	91
Tabela 12: Informações condizentes com as folhas de cálculo exportadas .....	102
Tabela 13: Tabela elucidativa do processo de aplicação BIM-FM (Elaborado pelo autor) .....	129

# CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento

Com o passar dos anos, a indústria da construção tem vindo a passar por mudanças, sobretudo no âmbito de processos / ferramentas / mentalidade e, a arte em construir, por consequência, tem sido aprimorada com o tempo em todas as suas fases. Neste contexto, algumas ferramentas vêm sendo cada vez mais utilizadas com o intuito de minimizar erros e otimizar os processos referentes às fases do ciclo de vida das edificações. O uso BIM, "*Building Information Model*", contribui com tal transformação e visa favorecer a diminuição de erros, permitindo uma melhor organização na base de dados, em formato digital. Concede, ainda, acesso a utilizadores e projetistas, podendo ser utilizado em todas as fases da obra pelos diversos intervenientes.

O uso BIM tem impacto na forma como os edifícios são planeados, projetados, construídos e geridos ao longo do ciclo de vida. Destas quatro vertentes de aplicação, o BIM na gestão de instalações, BIM-FM, tem vindo a ser desenvolvido, mas ainda se encontra bastante limitado, sobretudo na abordagem para edifícios existentes (Eadie, R. *et al.* 2013). Segundo Bryde et al. (2013), ligar o conceito BIM à gestão de instalações ainda representa um substancial desnível quando a mesma aplicação BIM é comparada à sua evolução na fase de projeto e construção.

Em edifícios existentes torna-se mais difícil sua utilização, sobretudo, por conta de quatro barreiras significativas aquando da sua aplicação. A primeira delas está relacionada com a dificuldade em identificar as informações críticas necessárias para aplicação. A segunda e terceira referem-se ao alto nível de esforço para desenvolver e utilizar modelos voltados para a manutenção no BIM e a última está relacionada com a troca de informações entre os sistemas BIM-FM ao nível de interoperabilidade e correta relação dos objetos entre os *software* (Volk et al., 2014).

Talebi (2014) corrobora com o pensamento supracitado e acrescenta outras dificuldades para implantação, subdividindo as barreiras em: processual, social e técnica. A processual está relacionada com a imaturidade dos utilizadores, ausência de diretrizes específicas e precária estrutura de contratos. O aspeto social engloba a falta de profissionais capacitados e que com conhecimentos sobre BIM, para além do gradual processo de mudança na mentalidade, tanto de profissionais, como de organizações da construção civil para tal avanço. A barreira técnica centra-se na falta de interoperabilidade entre os *software* envolvidos, ausência de integração entre as

fases da edificação, falta de alinhamento técnico entre os processos de FM e os *software* BIM e o alto custo inicial de implantação praticado com licenças, aprendizagem, *hardware* e em alguns casos com subcontratações.

Neste contexto, Becerik *et al.* (2012) ressalta a importância de estudar minuciosamente a aplicação e utilização dos processos BIM-FM. Apesar destes e de outros entraves para a sua implantação, a indústria da construção tem tido interesse em utilizar o BIM na gestão de instalação. Percebe-se que esta barreira de entrada não deve superar os benefícios advindos de sua utilização, pois a sua prática visa aumentar a precisão e qualidade das informações nas fases de operação e manutenção (O&M) visando tornar os edifícios mais eficientes, limpos, económicos, seguros, bem como elevar o nível de sustentabilidade das edificações (Volk et al., 2014).

Na fase de O&M, o BIM pode ser estudado em várias frentes, como por exemplo: manutenção preventiva, preditiva ou corretiva; gestão de ativos e de espaço; monitorização e controlo dos sistemas prediais; reformas e/ou *retrofits*; gestão de emergências; visualização da edificação no aspeto 3D; entre outros. É possível, através do BIM, reunir informações mais precisas e, gerar análises de dados automáticos, a fim de propiciar economia de custo, tempo e uma melhor gestão da instalação.

Segundo Eastman et al. (2011), grandes corporações, agências governamentais e órgãos institucionais têm explorado tais potencialidades nos últimos tempos. A academia também tem realizado casos de estudo com esta abordagem, confirmando a necessidade de análise e, sobretudo de aplicabilidade do tema em questão (Teicholz, 2013).

O que se percebe é que, muito embora utilizadores, proprietários, gestores e os *stakeholders* de maneira geral percebam a importância desta mudança de paradigma e na forma de gerir as instalações, muito pouco ainda tem sido feito no âmbito de realmente aplicar tais metodologias que, comprovadamente, já se mostraram de grande relevância. As fases de operação e manutenção tornam-se cada vez mais promissoras e, apesar de complexa, apresenta um contributo que, por vezes, é difícil de medir e, tal fator deve estimular investigações a fim de fundamentar, estabelecer parâmetros, mitigar dúvidas e esclarecer as limitações e caminhos fiáveis a se seguir em torno desta abrangente temática a nível académico, mas sobretudo a nível prático.

## 1.2 Motivação

Este documento pretende abordar como caso de estudo a contextualização BIM para *facility management*, sendo dirigido a dois edifícios de um parque industrial do grupo empresarial Domingos da Silva Teixeira (DST), como forma de planejar uma metodologia de trabalho, bem como perceber quais são os principais entraves a resolver para ser possível a utilização em contexto BIM-FM e com isso fomentar uma futura implementação desta metodologia nos restantes edifícios do seu parque empresarial para as fases de operação e manutenção.

Ao perceber os benefícios oriundos desta prática é necessário procurar meios para gerir a edificação de forma ampla e possuir o domínio sobre aspetos económicos, físicos e sociais da mesma. Tais princípios, bases do *facility management*, devem nortear a gestão coordenando o parque edificado a fim de fornecer auxílio aos utilizadores e dar suporte à atividade principal deste, garantido o funcionamento das atividades de maneira ininterrupta. Este resultado pode ser mais facilmente concebido aquando da sua utilização desde as fases iniciais da construção, tornando o desafio maior quando o mesmo já se encontra em operação.

Para estes casos a organização de dados ainda se mantém nos moldes tradicionais e na maior parte das vezes desatualizados, pois ao longo das etapas do ciclo de vida: estudo de viabilidade, projeto, planeamento, execução ou operação e manutenção são gerados muitos registos técnicos e os documentos podem sofrer ajustes no decorrer da obra e no final pode não existir conformidade entre o executado e catalogado.

Eastman et al., (2011) corrobora com o pensamento supracitado quando ressalta que a informação gerada durante as fases do empreendimento é reintroduzida durante as entregas de cada uma delas, sendo que, em grande parte dos projetos a informação não tem muita utilidade, pois já não reflete o que foi executado, deixando de ser considerada informação de valor para aspetos de gestão de dados.

Para permitir uma melhor abordagem do estudo do tema proposto, utilizou-se o *software* BIM com o intuito de reunir tais informações e, tornar os dados passivos de serem geridos, sendo preciso utilizar a modelação da edificação no seu estado atual (*as is*) e não apenas em conformidade com o ambiente construído (*as built*). Foram feitas visitas à empresa a fim de se obter o máximo de informações que permitissem auxiliar as fases que viriam a seguir.

Considerando a área de atuação da pesquisa optou-se por escolher para o caso de estudo dois pavilhões que se encontram em utilização dentro do parque industrial da DST, localizado em Palmeira, Braga. No que se refere à modelação, foi utilizado o *software* BIM Revit® 2020, na versão estudante, para modelação da arquitetura e a ferramenta de gestão, Archibus®, na versão 25.2, em licença adquirida exclusivamente para o trabalho. É importante destacar que o módulo de navegação tridimensional (3D) do Archibus® não foi disponibilizado pela licença adquirida, restringindo a pesquisa à visualização bidimensional (2D).

Quanto ao modelo *as built* BIM da edificação, este reproduzirá apenas os elementos de arquitetura, além de mobiliário e demais equipamentos representados em projeto ou visíveis *in loco*, sendo as informações restritas a consultas em projetos. As informações sobre a gestão de ativos e manutenção da edificação serão descritas conforme informações fornecidas por gestores da própria empresa, responsáveis por sua administração.

### 1.3 Objetivos

O objetivo principal com o presente trabalho consiste em incentivar a utilização de uma metodologia para a melhoria da organização e gestão de informações para a fase de manutenção e gestão de edifícios pós construção, demonstrando o processo para se obter os dados das edificações e como otimizar seu uso em ferramentas de manutenção preventiva e corretiva nas instalações.

A metodologia utilizada através do *software* de gestão de *facilities*, o Archibus, integrado ao *software* de modelação, o Autodesk Revit, tem como objetivo possibilitar a perceção de organização de património, espaços e instalações, sendo estas geridas por meio de plataformas integradas através de uma gestão executada de maneira mais rápida e precisa do que a que se consegue com base em métodos tradicionais.

Todo o método desenvolvido e descrito nesta investigação tem como objetivo tornar o processo reprodutível para edificações básicas e complexas, ressalvadas as diferenças e particularidades de cada projeto e edificação. Para demonstração do método aplicado ficou delineado utilizar o projeto arquitetónico, como base para desenvolvimento deste estudo, sendo este atualizado sempre que houvesse diferenças entre o projetado e o executado.

Para atender ao objetivo geral supracitado, devem ser atingidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar um estudo teórico e prático acerca da utilização dos *software* Revit e Archibus e das suas potencialidades, verificando a interoperabilidade entre os mesmos;
- Identificar os procedimentos utilizados em aplicações FM para obras semelhantes;
- Reunir informações acerca de projetos disponíveis, registos e documentações de manutenção, dados de objetos e equipamentos existentes e demais informações pertinentes ao serviço de FM do edificado;
- Identificar os requisitos necessários para implantação do FM e seus desafios através de visitas à sede;
- Modelar o edifício existente no *software* Revit com base nas informações obtidas;
- Criar um ficheiro em COBie para futura utilização em qualquer *software* de FM compatível;
- Inserir as informações no *software* Archibus e explorar as potencialidades fornecidas pelo mesmo;
- Analisar os resultados para a formulação de diretrizes preliminares para expansão da implementação do BIM em ambiente empresarial.

#### 1.4 Estrutura da dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos relativos ao conceito e aplicação da metodologia BIM-FM em edifícios privados de serviços. Neste primeiro capítulo é apresentada uma introdução acerca do tema em questão, procurando-se explicar as bases dos conceitos explorados neste trabalho, bem como qual a relevância e enquadramento do presente estudo. Por fim, apresentam-se os objetivos a serem atingidos: gerais, específicos e a estrutura organizacional do mesmo.

O segundo capítulo aborda conceitos mais aprofundados sobre *facility management*, gestão e manutenção de edifícios, bem como descreve um breve histórico do processo evolutivo dos estudos nessa área até o atual momento. Fornece, ainda, um panorama básico de aplicação do FM em Portugal e no mundo, sobretudo no continente europeu. O terceiro capítulo retrata a contextualização do paradigma BIM e seus contributos, vantagens e implicações de utilização. Apresenta características importantes, conceitos acerca do funcionamento das ferramentas, *software* e seus benefícios. Em seguida é abordada a interoperabilidade entre o BIM-FM, suas correlações, vantagens de aplicação em conjunto e quais são os *software* mais utilizados no mercado, bem como suas características.

No quarto capítulo, descreve-se o caso de estudo e a aplicação do conceito estudado nos capítulos anteriores. São abordadas as dificuldades de implementação, os desafios para compor o presente texto, bem como todo o processo inerente a esta aplicação. Pode-se dividir o capítulo quatro entre:

- i) enquadramento do objeto de estudo e busca por informações importantes pertinentes ao estudo;
- ii) modelação do objeto de estudo;
- iii) formatação das informações de manutenção em ficheiro COBie;
- iv) catalogação de dados entre o Revit e o Archibus, com o planeamento de manutenção preventiva e corretiva aplicadas;
- v) análise dos resultados obtidos de todo o processo.

No quinto capítulo são apresentadas as considerações finais, conclusões e possibilidades de trabalho futuro para o mesmo.

## CAPÍTULO 2: FACILITY MANAGEMENT

### 2.1 Contexto histórico e conceitos

O *facility management*, FM, à semelhança das mais variadas facetas da engenharia, nasceu de uma necessidade e evoluiu ao nível conceptual e funcional com o passar do tempo. Originalmente, o seu vocábulo deriva do latim, nomeadamente, dos termos “*facilitas*” e “*manus*”, que significam, respetivamente, “fácil” e “mãos”, ou seja, “de fácil manuseamento” (Sousa, 2013).

Historicamente os primeiros indícios da utilização do termo *facility management*, também conhecido como gestão de instalações, na tradução para o português, ocorreram nos Estados Unidos da América, na década de 1960. Alguns autores discorrem acerca da motivação do surgimento desta demanda. Segundo Lord et al. (2001) o FM surgiu como resposta à crescente prática, por parte dos bancos, relacionada com a responsabilidade do processamento de transações de cartões de crédito a fornecedores especializados. Sousa (2013) discorre o surgimento em virtude de uma necessidade voltada para a redução de custos, como por exemplo os custos de operação e manutenção, com o intuito de se obter um aumento de rentabilidade no ramo imobiliário e a busca por satisfação dos proprietários e utilizadores.

Facto é que, com o advento dos computadores nas empresas e a crescente busca por melhorias na gestão de escritórios, sobretudo em áreas que detinham maior concentração de pessoas, foi necessário fazer uma melhor gestão dos ativos e pessoas. Desta forma, os envolvidos com a metodologia FM precisaram se tornar capazes de otimizar o espaço e os processos envolvidos no local de trabalho.

Devido a esta demanda, em 1978 foi realizada a primeira conferência a respeito da gestão de instalações e sua influência acerca da produtividade, além de debates voltados para desafios e estratégias do novo momento. Em 1980 surgiu a NFMA (*National Facility Management Association*) com o intuito de criar uma organização com os profissionais da indústria. Em 1982, o NFMA teve seu nome alterado para IFMA (*International Facility Management*), tornando-se hoje a associação mais reconhecida pelos profissionais da área e que tem como desígnio a pesquisa e investigação das melhores práticas para a gestão de edifícios (Gomes, 2017).

No contexto europeu o FM surgiu com o arquiteto britânico Sir Frank Duffy que sentiu a necessidade de implementar os conceitos desta metodologia para elaboração de projetos de

escritórios. Porém, apesar da iniciativa do arquiteto, apenas em 1993 foi registada oficialmente a *European Facility Management Network* (EuroFM), cujo objetivo era alcançar a compreensão, aprendizagem e partilha de conhecimentos entre todos os intervenientes, bem como antecipar, divulgar e aperfeiçoar os conhecimentos para o avanço do FM (Gomes, 2017).

Outras organizações foram criadas com o passar do tempo, como o *British Institute of Facility Management*, BIFM, por exemplo (Mota, 2016). Entre 1993 a 2002, observaram-se bastantes desenvolvimentos no panorama do FM em cada mercado europeu, com avanços tanto na prestação de serviços de suporte de FM como na gestão imobiliária.

Em Portugal o estudo desta área surgiu um pouco mais tarde, em 2006, através de uma iniciativa de empresas de referência como a Vodafone, TDGI, EDP Valor e Sotécnica, que tinham como finalidade construir um modelo operacional que fosse viável e trouxesse desenvolvimento (Steenhuizen, 2011). Nesta altura, foi fundada uma associação nacional sem fins lucrativos, denominada de Associação Portuguesa de Facility Management (APFM) que, dentre outras atividades, forneciam cursos de formação e fóruns de discussão e divulgação da área em questão. Esta associação visa proporcionar excelência em serviços para todos os *stakeholders* a fim de discutir a gestão dos espaços com base na satisfação dos utilizadores com altos *standards* de eficiência financeira na exploração de ativos e sustentabilidade ambiental (APFM, 2016).

Na atualidade, o FM tem sido cada vez mais utilizado como ferramenta diferenciadora na gestão de edifícios, em que as suas teorias podem ser implementadas, sobretudo devido à sua capacidade de fornecer suporte aos principais processos de uma organização, dando possibilidade às mesmas em concentrar eficazmente os recursos nas mais variadas atividades e consequentemente trazendo valor acrescentado para estas organizações (Silva, 2010).

Teicholz (2013), no seu livro intitulado "*BIM for Facility Management*", afirma que os benefícios obtidos, em países que têm um maior nível de desenvolvimento nessa área, vão desde a redução de custos operacionais, aumento da produtividade até a uma melhor comunicação e ambiente de trabalho para todos os envolvidos direta ou indiretamente no processo. Deste modo, a principal premissa do FM é gerir e coordenar "pessoas, processos e lugares" dentro de uma organização (Schulte & Pierschke, 2000; Quinello & Nicoletti, 2006). A Figura 1 retrata as áreas centrais do FM.

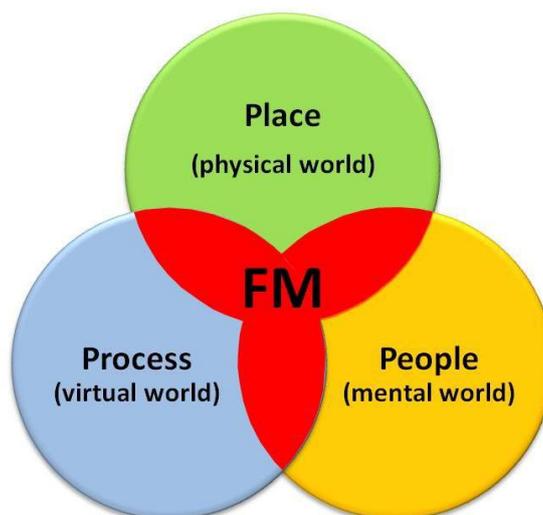


Figura 1: Espaço, pessoas e processos (Graves, 2013)

Para que seja possível coordenar e gerir pessoas, processos e lugares dentro de uma empresa, torna-se necessário que os gestores se encontrem aptos a desenvolver algumas competências, devendo, segundo Wagnon (2009), ser hábeis em executar determinadas funções com a finalidade de desempenhar, com excelência, a prática da atividade em questão, designadamente:

- **Comunicação** - Comunicação de planos e processos entre os envolvidos;
- **Planos e procedimentos de emergência** - Preparação para emergências e continuidade de negócios;
- **Gestão ambiental e sustentabilidade** - Gestão sustentável do ambiente natural e construído;
- **Finanças e negócios** - Plano estratégico, análises financeiras, orçamentos, compras;
- **Fatores humanos** - Higiene, segurança, desenvolvimento da equipa e ambiente saudável;
- **Liderança e estratégia** - Organização, liderança da equipa e planeamento estratégico;
- **Operações e manutenção** - Serviços de ocupação, operação de construção e manutenção;
- **Gestão de projetos** - Gestão e supervisão de projetos e contratos;
- **Qualidade** - Melhoria de processos, práticas, auditorias e medições;
- **Gestão de bens de imóveis** - Aquisição, disposição e planeamento de imobiliário;
- **Tecnologia** - Tecnologia e sistemas de gestão de instalações e do local de trabalho.

Associações e institutos especializados em FM definem os conceitos acerca do tema em questão, sendo muito semelhantes em como conceituam os aspetos gerais em torno deste. Algumas explicações se completam e formam o entendimento global acerca da área em questão, sendo esta fomentada e atualizada vagarosamente.

A *International Facility Management Association* – IFMA definiu o FM como sendo a profissão que abrange diversas disciplinas a fim de garantir a funcionalidade do ambiente construído através da integração de processos, pessoas, lugares e tecnologia. O *British Institute of Facilities Management* – BIFM descreve o FM através da integração de atividades multidisciplinares internas ao ambiente dos edifícios e os impactos da gestão sobre o local de trabalho e como todo o processo resulta nas pessoas.

A fim de unificar o conceito de FM na Europa, em 2006, o *European Committee of Standardisation* (CEN) publicou, a EN 15221: 2006, Normativa Europeia para o FM, que o define como uma metodologia que persegue a integração dos processos dentro de uma organização visando manter e desenvolver serviços que suportam e melhoram eficazmente suas atividades primárias (CEN, 2020).

A EN 15221:2006 é apresentada abaixo em versão traduzida para o português e encontra-se dividida em sete partes, a saber:

- *EN 15221-1*: Termos e definições;
- *EN 15221-2*: Linhas de orientação para a elaboração de acordos de *Facility Management*;
- *EN 15221-3*: Linhas de orientação para a qualidade no *Facility Management*;
- *EN 15221-4*: Taxonomia, classificação e estruturas do *Facility Management*;
- *EN 15221-5*: Linhas de orientação para processos de *Facility Management*;
- *EN 15221-6*: Medições de área e espaço em *Facility Management*;
- *EN 15221-7*: Linhas de orientação para o desempenho em *benchmarking*.

As normativas organizam e regulam, de maneira eficaz, a atividade de FM na Europa, através de orientações à atividade do *Facility Management*. Permitem, ainda, a integração das melhores práticas a serem utilizadas nas organizações a fim de alcançar os objetivos pretendidos (Gomes, 2017).

No geral, são vários os contributos que uma empresa pode receber ao aplicar a gestão de instalações, sendo crescente o número de empresas que integram o FM na sua organização.

Algumas das vantagens que podem ser percebidas aquando da adoção deste método de gestão são:

- Redução de custos através manutenção de todos os sistemas de construção e equipamentos a funcionar com segurança, fazendo com que, a longo prazo potencialize os ganhos financeiros;
- Gestão de riscos diminuídos, pois todos os elementos de um edifício são facilmente localizados e os incidentes são facilmente detetados e minimizados;
- Satisfação por parte de uma maior conscientização dos resultados de desempenho e impactos organizacionais, proporcionando melhoria contínua na organização;
- Melhor controle de processos, pessoas e lugares por parte de uma gestão eficaz;
- Preocupação ambiental através da redução de poluição e manutenção de recursos naturais;
- Retenção de funcionários e segurança por proporcionar ambiente de trabalho confortável, produtivo e seguro;
- Minimização de custos com saúde e inatividade de funcionários por parte de uma gestão eficaz de pessoas a fim de prevenir cansaços e outras doenças.

Algumas das desvantagens da metodologia podem estar relacionadas aquando da aplicação desta metodologia numa organização sem a contratação de mão de obra especializada. Outro fator prende-se com a necessidade de um investimento inicial que poderá afastar alguns interessados, contudo é consensual que o retorno deverá advir a longo prazo e ser condizente com a correta aplicação da metodologia, sobretudo por ser uma área ainda pouco explorada e com baixo desenvolvimento.

## 2.2 Gestão de edifícios

Para que a gestão de um edifício seja eficaz é necessário conhecer os sistemas existentes e administrar os ativos envolvidos, ao ponto de perceber de que forma impactam, direta ou indiretamente, na edificação a fim de trazer mais benefícios à organização como um todo (Lindholm & Leväinen, 2006).

A manipulação de dados, a busca pela informação correta, o bom funcionamento e organização de ativos podem tornar todo o empreendimento otimizado do ponto de vista da gestão de instalações, de modo a garantir o presente e o futuro de qualquer organização através da

combinação de procedimentos e ações com objetivos claros na fase de operação e manutenção (Silva, 2012). Sendo uma ferramenta de gestão de manutenção, a gestão de edifícios e toda a sistemática envolvida neste fundamento deve ser levada em consideração e, para tal, é necessário estruturá-la em três domínios distintos que englobam diferentes áreas: i) gestão técnica, ii) económica e iii) funcional. A Figura 2 retrata os três domínios previamente elencados.

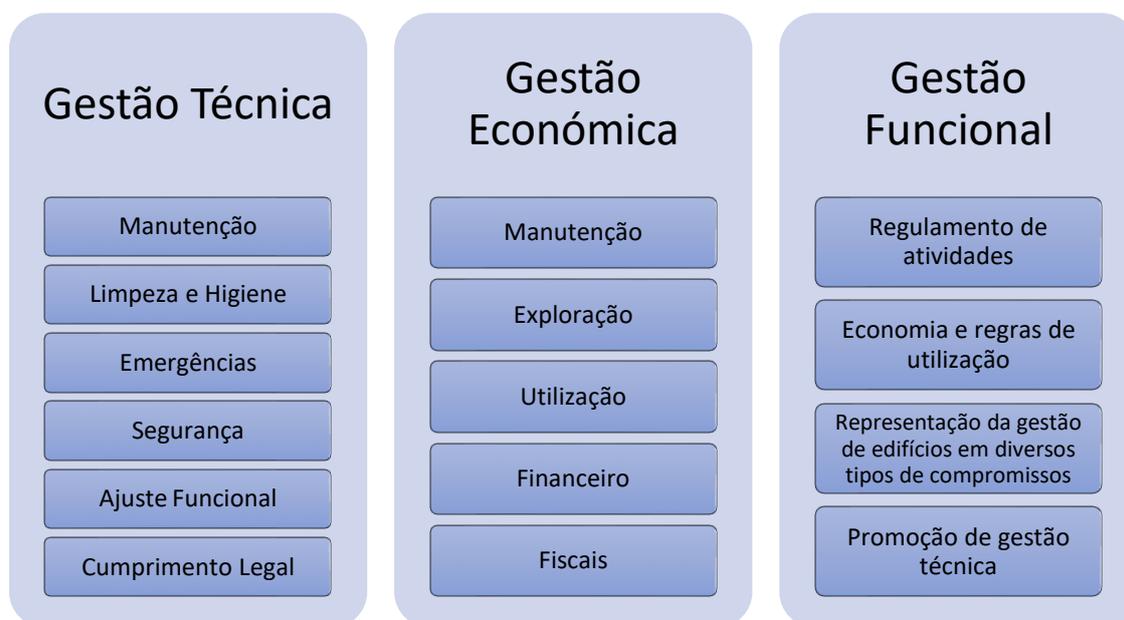


Figura 2: Atividades e processos a realizar na gestão de edifícios (Rodrigues, 2001)

### 2.2.1 Gestão técnica

Segundo Calejo (1989), a gestão técnica é, das três áreas, a que mais se enquadra no contexto da engenharia civil, pois abrange todo o tipo de ações que visam garantir o desempenho das soluções construtivas de um imóvel. Corresponde, na generalidade, aos procedimentos comumente designados como os processos de manutenção e, por esse motivo é conhecida como gestão de manutenção e incorpora os mais variados processos de avaliação, correção e intervenção das distintas componentes das edificações (Silva, 2010). É normalmente composta pelo conjunto de ações utilizadas para corrigir perdas de desempenho de equipamentos e do próprio edifício em questão, ao longo da sua vida útil, a fim de possibilitar a rentabilização do investimento inicial e manter o bom desempenho e funcionamento deste (Almeida, 2018).

A gestão técnica deve estar inteiramente associada com a rentabilidade do edifício, pois todas as intervenções e tomadas de decisões voltadas para o desempenho do bem / imóvel devem estar norteadas com os custos inerentes ao processo. Para tal, o fator que merece maior relevância

neste enquadramento é o da manutenção. Este segmento revela a importância da gestão técnica, tendo em vista que as decisões acerca das intervenções a serem aplicadas impactarão toda a organização, os utilizadores, a logística das operações e os consequentes investimentos que serão necessários aquando de cada decisão e necessidade da empresa. O objetivo central, portanto, é a prevenção e correção das patologias observadas ao longo do ciclo de vida do edifício, devendo o gestor atentar para todos os impactos gerados a partir da tomada de decisões, sobretudo, os impactos financeiros que advenham das manutenções e correções de patologias (Soares, 2013). Releva salientar que, pode-se tirar maior contributo quando se planeiam os objetivos desde a fase de conceção e projeto, pois assim é possível diminuir os custos durante a fase de utilização e manutenção. Este fator será detalhadamente discutido noutra seção.

Outro parâmetro da gestão técnica é a limpeza e higiene que variam de acordo com a utilização do edifício e suas especificidades. Concernente às emergências, é preciso saber qual a sua natureza, sendo estas divididas em emergências técnicas ou acidentais. As emergências técnicas estão voltadas para os aspetos técnicos do edifício que são interrompidos e de suma importância para a utilização e funcionamento do mesmo. Por outro lado, as acidentais, são situações adversas que podem surgir de causas naturais ou outros eventos, como incêndio, inundação, entre outros. A intervenção em ambos os casos, deve ser aplicada a fim de garantir o bom funcionamento do património edificado (Maurício, 2011).

O fator segurança está interligado com as emergências, pois é preciso garantir condições básicas de segurança passiva e ativa. As ações de prevenção quanto à segurança, boa utilização de equipamentos e espaços devem ser alvo de preocupação para o gestor e este deve procurar artificios para educar os utentes / utilizadores. Não obstante, o gestor deve preocupar-se ainda com o ajuste funcional da edificação, pois a correta utilização pode evitar futuras patologias originadas pelo mau uso, subutilização e/ou utilização disfuncional das instalações, sendo alvo de preocupação também para os utilizadores (Rodrigues, 2001).

O *facility manager* deve submeter a sua análise com base no cumprimento das legislações e normas legais em vigor a fim de embasar as suas tomadas de decisão e planeamento, focando-se em cumprir as determinações direcionadas para uma boa utilização e segurança em todas as dimensões do edifício.

### 2.2.2 Gestão económica

A gestão económica é centrada nos seguintes fatores: custo, rentabilidade e retorno do investimento. Com o avanço dos conceitos oriundos de tais fundamentos, as estratégias que garantam o menor custo a longo prazo, o retorno do investimento durante o ciclo de vida e o controle de gastos conforme as necessidades, permitem nortear as decisões do gestor de instalações frente às demandas de trabalho. A ideia de que há apenas o investimento inicial tornou-se obsoleta. Deste modo convém pensar num conjunto de tomadas de decisão que impactem menos no aspeto financeiro, durante todo o tempo de operação do edifício.

Os custos de operação e manutenção por vezes não são tão bem compreendidos quanto os de construção. A norma ISO 15686-5 caracteriza os custos de operação e manutenção. Desta forma, relaciona os custos de manutenção com custos de materiais e trabalhos cuja finalidade é manter o edifício ou suas partes num estado de conservação que permita corresponder às funções para o qual foi idealizado, sendo por exemplo, caracterizados por custos de substituição de componentes ou reparações. A norma supra define custos de operação como sendo os relacionados à gestão da edificação: limpeza, impostos, taxas, custos energéticos, administrativos, entre outros.

Em países europeus estima-se que as quantias gastas em operação e manutenção, apenas em edifícios públicos sejam por volta dos 100 €/m<sup>2</sup>/ano (metro quadrado ano). Alguns países da Europa que apresentam tal margem são: Alemanha 109,7 €/m<sup>2</sup>/ano; Suécia 105,3 €/m<sup>2</sup>/ano; Hungria 92 €/m<sup>2</sup>/ano; Espanha 80 €/m<sup>2</sup>/ano (Schimschar et al., 2011).

Outros autores interpretam que as despesas anuais com custos de exploração variam entre 1% e 2% do custo atual de construção do edifício. Uma vez que seja considerada toda a vida útil da edificação, os custos correspondentes à manutenção e utilização podem atingir cerca de 80% do custo global da construção, sendo os restantes 20% adstritos à fase de conceção / projeto e construção (Helbling Management Consulting GmbH, 2000; Lavy, 2008). A Figura 3 retrata as despesas inerentes (em percentagem) de cada fase da obra, de acordo com os autores.

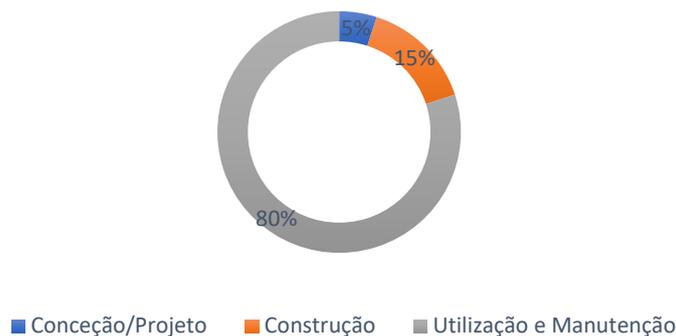


Figura 3: Percentagens de custos em um edifício nas diferentes fases (Adaptado de Coias e Silva, 2003).

É na gestão desses custos que deve centrar o *facility manager*, com a visão de minimizá-los e garantir o bom funcionamento da edificação (Rodrigues, 2001).

Para além dos valores com operação e manutenção, deve-se considerar ainda outros custos. Os valores despendidos na fase de exploração, por exemplo, relacionam-se com encargos económicos centrados em atividades específicas. Os custos financeiros, por sua vez, têm impacto sobre todo o processo do empreendimento, ou seja, desde o planeamento / conceção à utilização, podendo estar relacionados aos mais variados tipos de despesas como: arrendamentos, instalações de apoio ao edifício, dentre outros. permear, arrendamento, instalações de apoio ao edifício, entre outros. Por fim, os custos fiscais decorrem da implantação do edifício e atribuem responsabilidades que devem ser satisfeitas quer a propósito do registo / transação quer a propósito da utilização (Rodrigues, 2001).

### 2.2.3 Gestão funcional

A gestão funcional tem como objetivo criar regras para os utilizadores da edificação e estabelecer diretrizes quanto ao correto funcionamento de cada ambiente (Alves, 2008).

Neste domínio o gestor regulamenta as atividades, trata dos aspetos económicos e regras de utilização, representa a gestão de edifícios nos mais variados compromissos e promove a gestão técnica (Rodrigues, 2001).

Pelo facto de as edificações terem funcionalidades distintas é necessário dividir em grupos que enquadrem melhor o âmbito de cada uma delas e, para tal os edifícios são divididos em quatro grupos relacionados com as suas especificidades, designadamente:

- Edifícios de habitação;
- Edifícios públicos;
- Edifícios de serviços;
- Edifícios industriais.

### 2.3 Manutenção de edifícios: conceitos e definições

Como instrumento de grande impacto no contributo do FM, a manutenção deve ser claramente percebida para que seu potencial seja maximizado. Para tal, muitos estudos são realizados a respeito do tipo de manutenção, benefícios e características. O conceito em torno da manutenção no decorrer do tempo foi avançando e sendo redefinido em momentos específicos da história. Segundo Moubray (1997) o conceito sobre manutenção passou por três fases: i) o primeiro período, que durou até meados de 1950, concentrava-se apenas em reparar a avaria existente; ii) a segunda fase estaria centrada em evitar que a avaria / falha ocorresse, período este originado na altura da revolução industrial; iii) por volta de 1980 e, combinando práticas de gestão, engenharia, finanças, entre outras, surge a terceira fase que apresentaria a manutenção pautada sobretudo na prevenção de falhas, através de atividades voltadas para a gestão de manutenção (Farinha, 2011).

Com o avanço do entendimento e princípios, surge a necessidade de integralizar os conceitos e marcar o pensamento atual acerca da manutenção e, no que diz respeito à definição, a Norma Portuguesa NP EN 13306:2010 define manutenção como sendo “a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinados a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa desempenhar a função requerida”, que corrobora com a definição de manutenção da ISO 15686-1:2011: “*combinação de ações técnicas e respetivos procedimentos administrativos que, durante a vida útil dum edifício e suas componentes, se destinam a assegurar que este desempenhe as funções para que foi dimensionado*”.

Sabe-se, portanto, que a manutenção possui duas vertentes de atuação: uma que engloba os serviços planeados e outra em que estes serviços não são planeados, em virtude de alguma falha inesperada ou situações não previstas. A Figura 4 ilustra os tipos de manutenção.

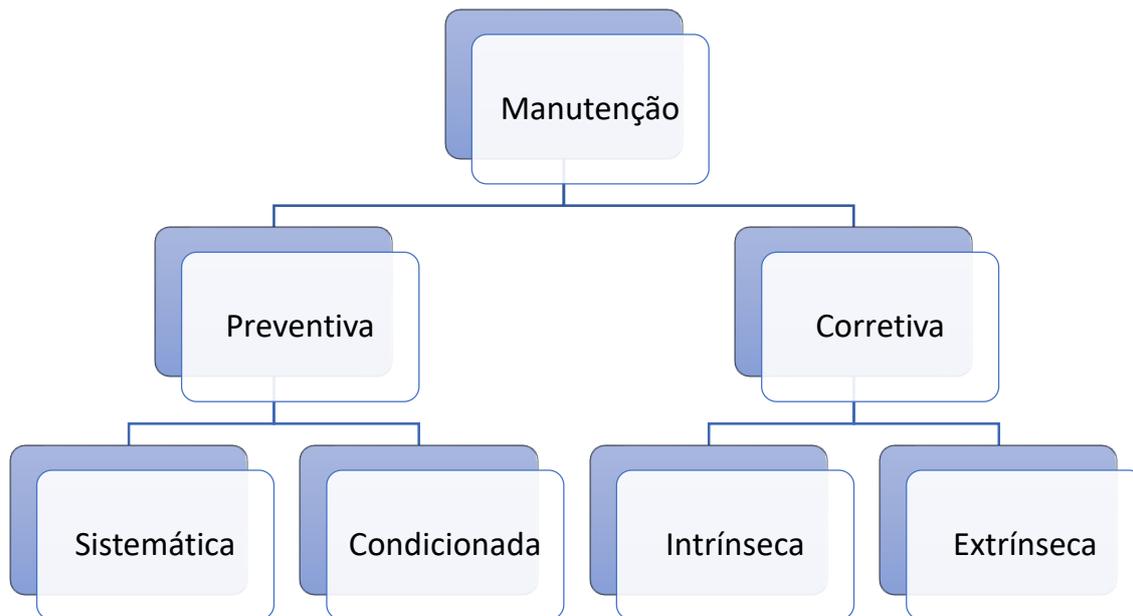


Figura 4: Tipos de manutenção (Adaptado de Cabral, 2009)

Segundo Leite (2009) a manutenção preventiva ou proactiva é realizada em intervalos de tempo previamente determinados ou seguindo critérios específicos a fim de reduzir as possibilidades de falha ou perda de funcionamento por parte de um componente. Pode, ainda, ser subdividida em sistemática ou condicionada. A NP EN 13306:2010 define a manutenção preventiva sistemática como sendo a atividade praticada em intervalos de tempo previamente determinados ou de acordo com um número específico de unidades, sem que se controle o estado do bem. Já a preventiva condicionada procede à vigilância do bom funcionamento do bem ou análise de parâmetros significativos para o bom funcionamento deste, como critério para ações decorrentes destas observações.

A manutenção corretiva, ou reativa, é empregue logo que surja uma falha ou patologia. Neste caso, é efetuada uma intervenção com o intuito de reestabelecer o componente após o dano / patologia, com o intuito de que este volte a operar ou funcionar de acordo com a função requerida (Raposo, 2010). A manutenção corretiva pode ainda ser classificada através de avaria intrínseca, quando a perda de funcionalidade é por razões inerentes ao próprio equipamento, seja por estar inativo, ou por desgaste de alguma peça, entre outros. Em contrapartida, a manutenção corretiva por avaria extrínseca é quando a perda de função é derivada de um fator exterior ao equipamento seja colisão, má operação, acidente, entre outros (Cabral, 2009).

Alguns autores, ainda, defendem outras subclassificações para os tipos de manutenção. Hormigo (2015b) acrescenta a manutenção preditiva e a detetiva como sendo segmentações além das já referidas para os tipos de manutenção. Adicionalmente, define a manutenção preditiva como sendo um avanço à manutenção preventiva, uma vez que a manutenção preventiva pode vir a não caracterizar bem o edificado pela ausência de resultados fidedignos quanto ao real estado dos seus elementos. Em contrapartida a manutenção preditiva requer conhecimento do estado da edificação / elemento, seja através de dados estatísticos sobre o desempenho do mesmo, ou por meio do desgaste aparente / degradação, rentabilidade ou cálculos de eficiência.

Através de monitorização e análise detalhada, procura-se o diagnóstico que prolongue a vida útil do sistema, sendo que todas as tomadas de decisão são geridas de modo a garantir o funcionamento da unidade em questão e, para tal, todo o processo de monitorização deve estar bem definido e atividades de inspeção e periodicidade determinadas a fim de que o elemento ou equipamento não falhe nem tenha sua rentabilidade diminuída (Carvalho, 2012).

A manutenção detetiva visa identificar falhas que sejam impercetíveis aos utilizadores. Surge com o avanço das tecnologias, em que através de um sistema informatizado e sensores é possível obter informação do real estado de um equipamento / componente e obter informação em tempo real ao longo da vida útil da edificação. A interpretação dos resultados é analisada e, posteriormente, são adotadas medidas para garantir o bom funcionamento.

Pode-se perceber que os mais variados sistemas de manutenção podem apresentar, de maneira geral, vantagens e desvantagens, pelo qual cada gestor de instalações deve definir, de acordo com os recursos empreendidos, características e objetivos traçados quais as melhores estratégias a adotar. A Tabela 1 aponta vantagens e desvantagens de cada tipo de manutenção.

Tabela 1: Vantagens e desvantagens dos tipos de manutenção (Adaptada de Flores, 2002)

Manutenção	Vantagens	Desvantagens
<b>Preventiva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Torna possível planejar as operações de manutenção e seus custos;</li> <li>▪ Reduz os inconvenientes da execução dos trabalhos previstos;</li> <li>▪ Proporciona maior satisfação aos utilizadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Requer análise na fase de projeto, com dados de suporte e controle rigoroso e planeado;</li> <li>▪ É possível que o plano de manutenção não enquadre a realidade da situação;</li> <li>▪ Pode inutilizar grande parcela de vida útil de um elemento.</li> </ul>
<b>Corretiva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reparação de todo o tipo de anomalias;</li> <li>▪ Ausência de custos advindos da manutenção preventiva, bem como perda de tempo e dinheiro com inspeções, no caso da preditiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de planeamento e possível acúmulo de intervenções;</li> <li>▪ Rápida degradação dos elementos, por se tratar de reparação onerosa, ou por descuido;</li> <li>▪ Custo, geralmente, mais elevado.</li> </ul>
<b>Preditiva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Envolvimento de alta tecnologia e conhecimento;</li> <li>▪ Redução de perdas de produção, oriundas de paradas para intervenção;</li> <li>▪ Ações tomadas com elementos em funcionamento;</li> <li>▪ Ausência de intervenções desnecessárias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alto custo envolvido seja através da compra de equipamentos para assessorar ou treinamentos;</li> <li>▪ Possibilidade de erro na seleção da técnica para equipamentos / elementos que não se encontram em estado crítico.</li> </ul>
<b>Detetiva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Detecção de falhas ocultas ou não perceptíveis pelo pessoal de manutenção;</li> <li>▪ Facilidade de efetuar a manutenção, mantendo a operação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alto custo envolvido;</li> <li>▪ Necessidade de mão de obra especializada.</li> </ul>

### 2.3.1 Sistema de Manutenção Integrada

Como discutido anteriormente, cada técnica apresenta vantagens e desvantagens e, por isso surge a manutenção integrada, que versa uma estratégia de abordagem com foco na obtenção de melhores resultados, ao unir a manutenção proactiva e reativa, de modo a garantir integridade e funcionalidade a todo o edifício.

Para que esta atividade se tornasse viável foi necessário construir um sistema de gestão da manutenção a fim de nortear os momentos exatos para a intervenção durante a vida útil dos elementos, além de elaborar estratégias para racionalizar os recursos e custos sem desprender de excessivos gastos para tal (Cavaco, 2012).

Vários estudos foram desenvolvidos mundialmente a fim de implantar um sistema organizado, baseado num modelo operacional que fosse adequado à realidade e complexidade específicas para cada empreendimento, através de monitorização e acompanhamento constituído por um sistema informático.

Em Portugal, o primeiro Sistema Integrado da Manutenção (SIM), foi concebido em 2001 e apresentava como intuito suprir a necessidade de uma metodologia que englobasse uma execução coordenada das mais variadas funções da gestão de edifícios, integrando atividades técnicas e funcionais (Ferreira, 2009). Rodrigues (2001) define um SIM através de contributos a gerar, nomeadamente: i) identificar e disponibilizar interlocutores e decisores capazes de atuar; ii) tipificar a situação a fim de facilitar a análise e resposta (automatizando-a caso seja possível); iii) padronizar procedimentos de intervenção e contratação; iv) unificar ações de registo alimentando com um único ato as bases de dados tecnológicas, contabilísticas e funcionais e recolher informação final, realimentando o sistema. Conta ainda como princípios fundamentais, a tipificação de procedimentos a reunir, registo e atualização de toda a informação, seja ela escrita ou desenhada, a fim de conhecer as tendências e o estado de conservação da edificação, maximizando o potencial de prever necessidades de intervenção e otimizar os custos de manutenção e desempenho (Leite, 2009).

### 2.3.2 Plano de manutenção

Para que se obtenha êxito e otimização de resultados na gestão de edifícios é necessário ter boa estratégia no âmbito da manutenção e esboçar um plano base para atingir os referidos objetivos.

Devido a alta competitividade do sector e as mais variadas opções de mercado, o plano de manutenção foi integrado como um elemento de gestão da organização (Fraser, 2014).

Como pôde ser visto na Figura 3, o custo inerente ao processo de operação e manutenção é a parcela mais elevada e através de uma gestão de custos eficaz concomitantemente com um bom programa de gestão de ativos, é possível gerar economia à corporação (Rogers, 2013). Hormigo (2015b) ressalta que os custos decorrentes de uma manutenção não planeada podem chegar a ser três vezes mais dispendiosos do que a mesma manutenção caso esta tivesse sido planeada e executada atempadamente.

Outro critério que justifica a execução de um plano de manutenção eficaz é o facto de garantir as características funcionais e estéticas para as quais o edifício foi projetado/executado, bem como prolongar a vida útil da edificação através do planeamento e ações de manutenção (Rocha, 2005).

Segundo Leite (2009) um plano de manutenção programado deve ser pautado por, no mínimo, cinco ações de manutenção: i) inspeção; ii) limpeza; iii) pró-ação; iv) correção; v) substituição, além de envolver a análise de alguns critérios, como: i) determinar a vida útil de todos os elementos construtivos; ii) individualmente; iii) determinar os níveis mínimos de qualidade; iv) definir as patologias relevantes; v) possíveis causas e mecanismos de degradação; vi) prever pré-patologias e seus sintomas; vii) estabelecer o sistema de operação e manutenção; viii) definir rotinas de inspeção; ix) bolar estratégias de atuação; x) registrar todas as intervenções, bem como custos de operações; xi) analisar recomendações técnicas de soluções e produtos. A Figura 5 ilustra a organização de um plano de manutenção, com base no exposto acima.

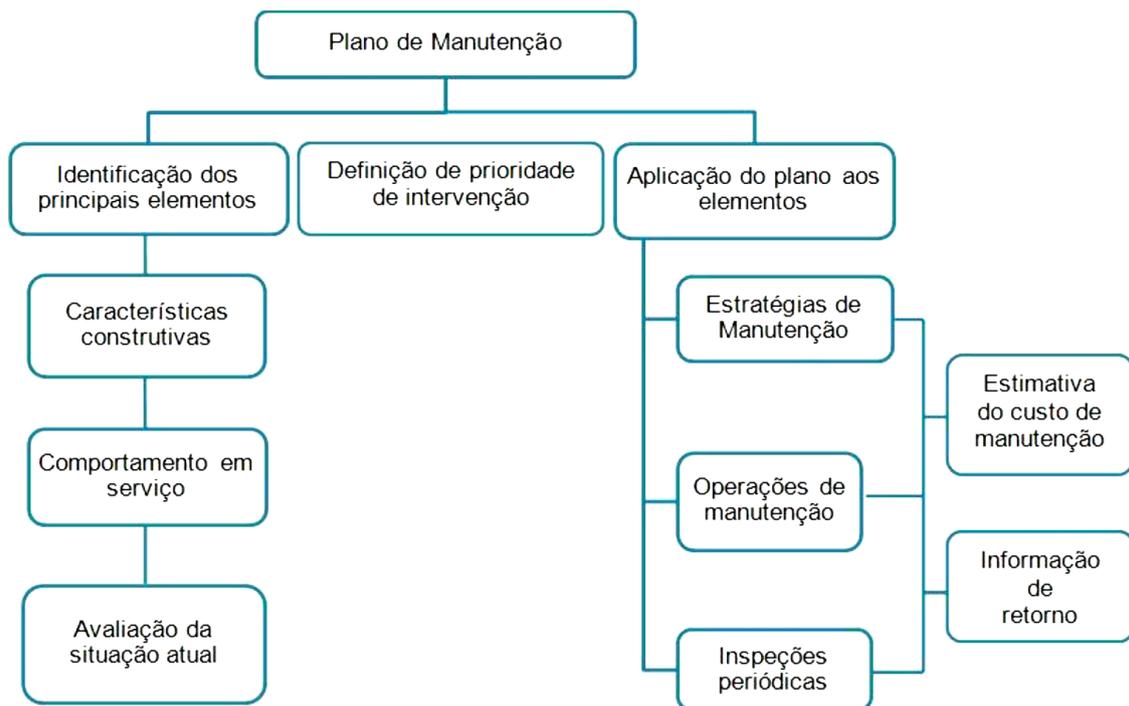


Figura 5: Organização de plano de manutenção (De-Francesco, 2011)

## 2.4 Elementos fonte de manutenção

Para simplificar a elaboração de um plano de manutenção, o edifício é pensado como um conjunto de elementos, os quais, podem ser divididos por características em comum. Para tal, são definidos através de classes de elementos, as quais permitem organizar informações, bem como os elementos em si. A essa designação chama-se elementos fontes de manutenção, EFM (Rodrigues, 2001).

Os EFM fazem parte de um grupo ou unidade de construção que apresentam condições e mecanismos específicos de degradação e, portanto, apresentam comportamentos distintos durante a fase de utilização e toda a vida útil da edificação, o que exige intervenções diferentes que devem ser tratadas durante o planeamento da manutenção, pelo gestor de instalações e equipa competente.

As respetivas classificações podem ser realizadas e coordenadas de modo que o *facility manager* optimize os seus resultados, capacidade de resposta e seus níveis de desempenho, fazendo com que não haja regra e sim a melhor resolutive de acordo com cada situação e tipo de edificação. A Tabela 2 representa a segmentação adotada por Rodrigues (2001).

Tabela 2: Elementos Fonte de Manutenção (Adaptado Rodrigues, 2001). (Continua)

Sistemas	Subsistemas	EFM	
Estruturas e divisórias	Estrutura	Fundações	
		Elementos verticais	
		Elementos horizontais	
	Panos de parede	Exteriores	
		Interiores	
	Cobertura	Terraço	
		Inclinada	
Acabamentos	Revestimentos horizontais	Exteriores	
		Interiores	
	Revestimentos verticais	Exteriores	
		Interiores	
	Vãos exteriores	Portas	
		Envidraçados	
	Vãos interiores	Portas	
		Envidraçados	
	Escadas	Exteriores	
		Interiores	
	Rampas	Exteriores	
		Interiores	
	Instalações	Abastecimento de água	Rede
			Sanitários
Outros			

Tabela 2: Elementos Fonte de Manutenção (Adaptado Rodrigues, 2001). (Continuação).

Sistemas	Subsistemas	EFM
Instalações	Drenagem de águas residuais e pluviais	Rede
		Caixa de visitas
		Outros
	Abastecimento e distribuição de gás	Rede, ligações e terminais
		Comandos
	Eletricidade	Rede
		Equipamentos
		Outros
	Telecomunicações	Rede
		Outros
Sistemas de Segurança	Segurança contra incêndio	Rede
		Equipamentos
		Outros
	Para-raios	Rede
		Outros
Isolamento e impermeabilização	Isolamento térmico	
	Isolamento acústico	
	Impermeabilização	
Equipamentos	Mobília	
	Acessórios	
	Equipamentos	

## 2.5 *Facility Management* na gestão e manutenção dos edifícios

A atividade de um *facility manager* foi, por muito tempo, ignorada devido aos fatores anteriormente relatados, sobretudo pelo facto de envolver custos que normalmente não eram contabilizados. Contudo, passou-se a perceber as vantagens do FM para uma organização, sobretudo, em relação ao custo.

Através de uma nova abordagem a Figura 6 retrata como o conceito em torno desta temática mudou na construção civil e, qual o contributo que o FM pode trazer para este fim, bem como qual a influência deste desde a fase de exploração até ao fim de vida da edificação.

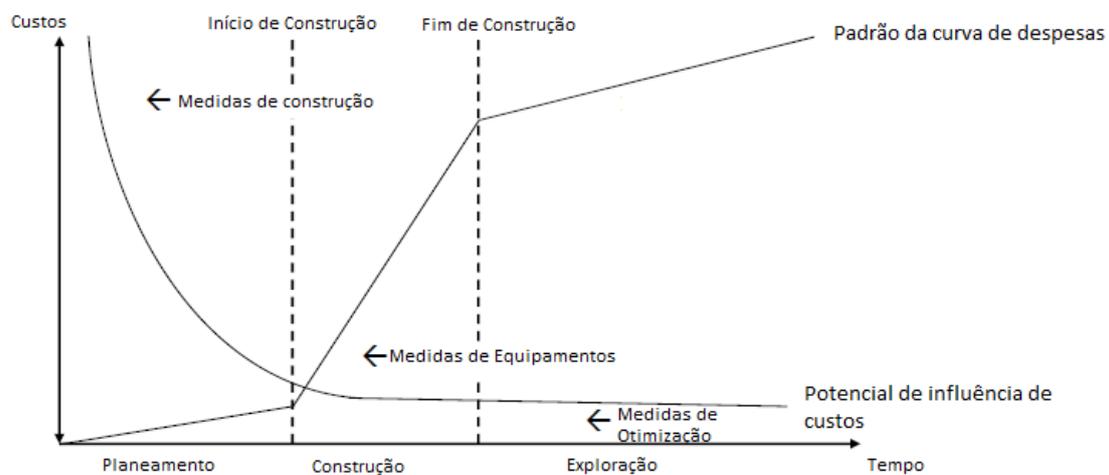


Figura 6: Curvas características do Impacto do FM nos custos de uma edificação (Adaptado Amelung, 1996)

O poder que o gestor detém quando incorporado à equipa técnica desde a fase de planeamento e conceção é muito maior do que se entrasse em fases posteriores, o que se torna evidente com a análise da figura acima. Quanto mais eficazes forem as tomadas de decisão nesta fase, menor tende a ser o custo na fase de exploração. A situação inversa também é real, de modo que o padrão da curva das despesas pode ser alargado quando o planeamento não for bem pensado / executado. Pode-se observar ainda que, uma alteração, quando incorporada nas fases iniciais, impacta menos nos custos globais da edificação, porém quando esta ocorre na fase de utilização deverá envolver custos bem mais elevados e mesmo as pequenas alterações podem originar gastos superiores.

Através de um estudo realizado acerca da gestão de edifícios empresariais, pode-se perceber que benefícios financeiros, técnicos e funcionais para o património edificado, utilizadores e

proprietários podem ser gerados por parte dos contributos advindos de um *facility manager*, o qual observará todos os métodos necessários a fim otimizá-los, simultaneamente, de modo a gerar um resultado ótimo (Paladini, 2009).

Um avanço que contribuiu para melhorar o desempenho dos gestores de instalações foi a possibilidade de acesso a todas as informações da edificação. Tal prática não ocorria no passado. Através de cadastros, registos e *software* é possível armazenar todas as informações em apenas um lugar, de modo que os intervenientes tenham acesso a esta mesma informação (Nävy, 2002). Para que seja tangível integralizar todas as vertentes, o FM deve conter os dados acerca da edificação e, através desta, observar recursos, processos, aspetos funcionais e desempenhar uma visão técnica e administrativa para a tomada de decisões. Este modelo de convergência de informações por parte do gestor de instalações foi um avanço no ambiente do FM, conforme pode ser visto na Figura 7.

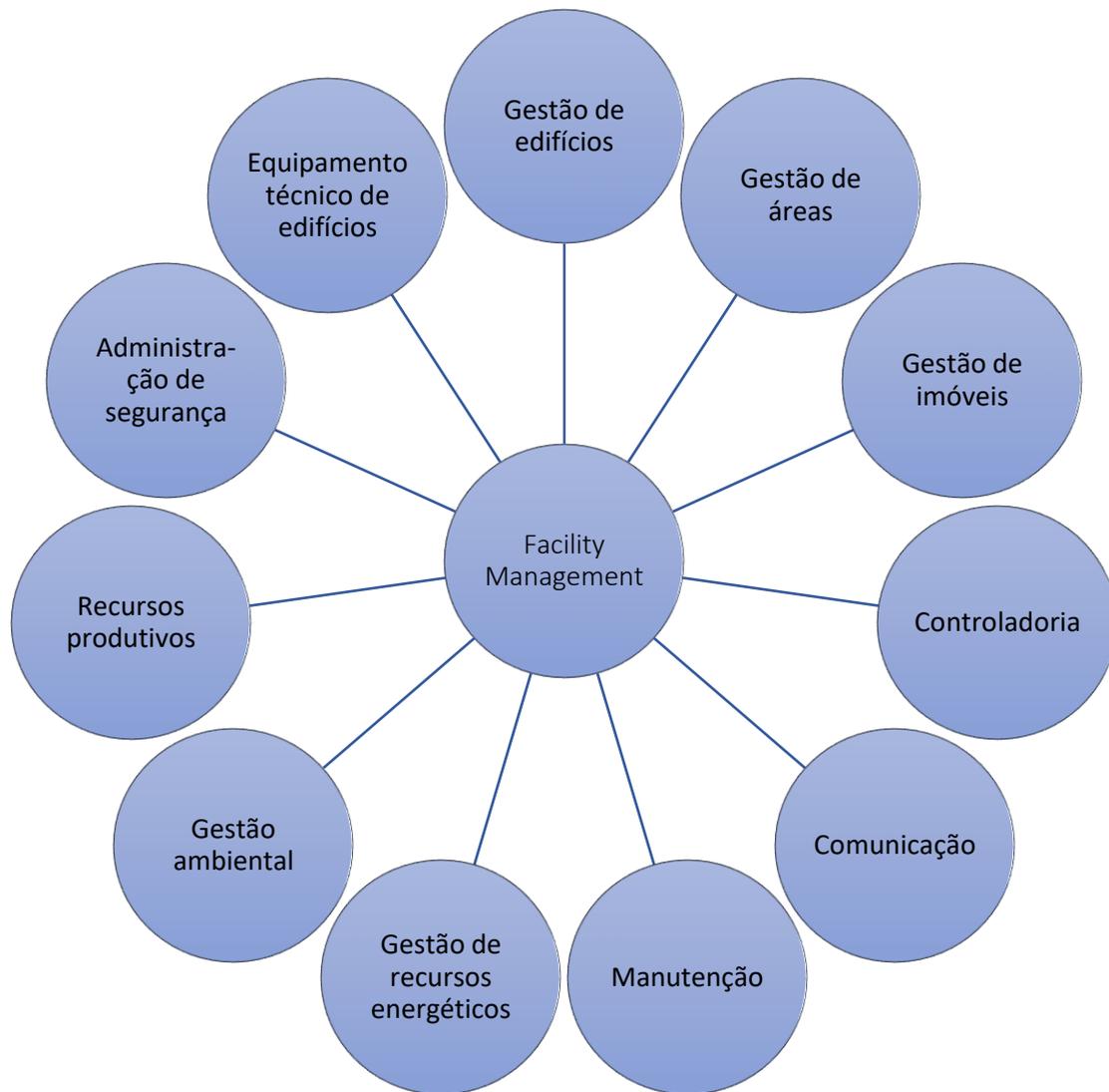


Figura 7: Gestão através do FM (Adaptado Nävy, 2002)

A atual abordagem voltada para uma visão a longo prazo permite à gestão de instalações ser mais bem compreendida. Termos como o custo global do edifício, “*Whole Life Cost*”, WLC, que por muito tempo foi confundido com o “*Life Cycle Cost*”, LCC, passa a ter grande relevância no cenário atual.

O termo WLC, custo de vida de um empreendimento, aborda uma metodologia pautada na análise económica de todos os aspetos inerentes à vida do edifício e, inclui todos os benefícios e custos previstos ao longo de determinado período de interesse, englobando montantes relacionados com a reparação, aquisição, substituição, exploração, venda, entre outros. O LCC, custo de ciclo de vida, representa o custo de um ativo, ou a sua parte em todo o ciclo de vida ao cumprir com os requisitos de desempenho (Soares, 2013). A Figura 8 representa esta ideia.

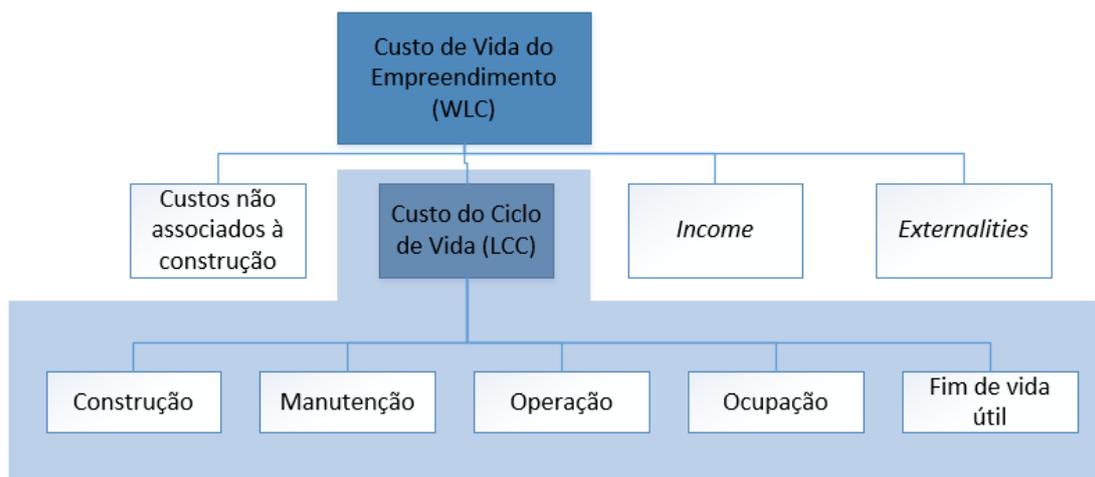


Figura 8: Diferenças entre LCC e WLC (Adaptado da ISO 15686-5, 2011)

As potencialidades do FM na gestão de edifícios vão além de simplesmente adquirir benefícios e melhoria no tocante ao desempenho físico e aparência da edificação, mas englobam melhorias na eficiência e eficácia da manutenção e operação do património edificado (Nik-Mat, Kamaruzzaman, & Pitt, 2011). Năvy (2006) corrobora com este pensamento ao ressaltar que a otimização de serviços e aumento de produtividade na gestão de instalações são contributos de sua aplicação. Para tal, o *facility manager* deve fazer a ligação entre os três níveis empresariais, Figura 9, os quais resumem o serviço de *facility* e as atividades principais, *core business*:

- **Estratégico** – Esse nível está relacionado com as decisões estratégicas e financeiras, de modo que para conseguir atingir objetivos a longo prazo para a organização, torna-se necessário definir a estratégia da organização e a do FM. No momento da definição especificam-se os SLA, *Service Level Agreements*, bem como monitorizam-se os KPI, *Key Performance Indicators* que serão melhor detalhados ainda neste capítulo;
- **Tático** – Dedicar-se ao alcance a médio prazo, com foco em implementar o que foi elaborado a nível estratégico;
- **Operacional** – Trata-se do tratamento a curto prazo, a fim de cumprir o proposto nos demais níveis para os utilizadores, com o princípio de fornecer serviços que atendam aos níveis de desempenho apresentado no SLA.

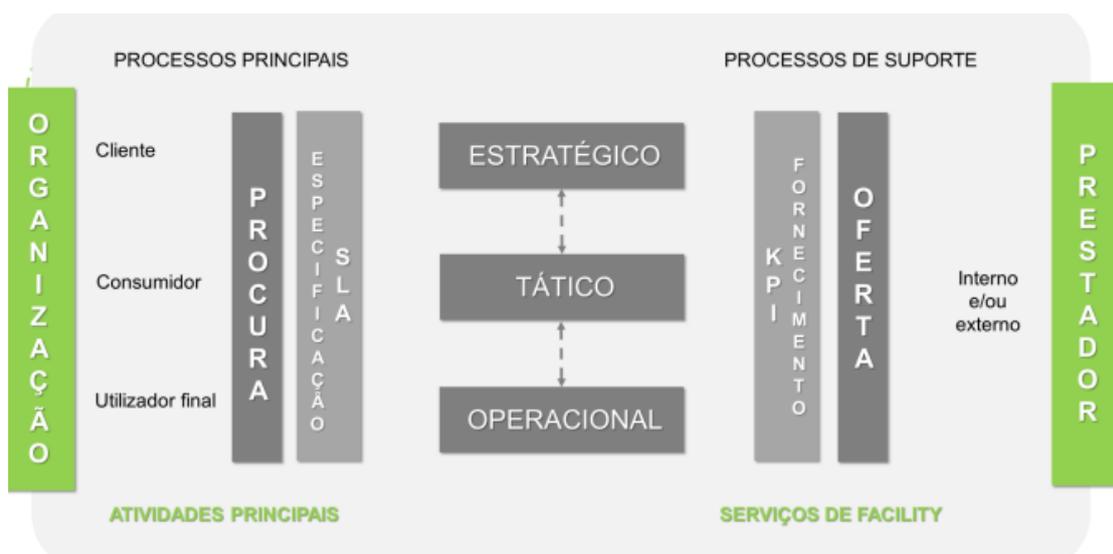


Figura 9: Estrutura do Facility Management (Neves, 2017)

### 2.5.1 *Service Level Agreement*

Os serviços relacionados com a gestão de instalações podem ser imputados de duas maneiras: *insourcing* ou *outsourcing*, ou seja, as atividades podem ser destinadas a departamentos específicos da própria empresa, atuando como um serviço interno ou podem ser entregues a prestadores de serviços externos à empresa. Independentemente da forma escolhida é crucial ter especificações que indiquem, de maneira clara e detalhada, todo o serviço que deve ser prestado.

Segundo indicação da EN 15221-1, que corrobora com o citado acima, para proceder a uma correta prestação de serviços, é necessário que se cumpra uma etapa de suma importância, que funciona como um contrato, a indicar os termos e condições para a prestação de tais serviços. A esse contrato denomina-se *Facilities Management Agreement (FMA)* o qual indica os serviços que devem ser prestados pelo *facility manager*, bem como o que o cliente espera em termos de atividades a desempenhar.

Deverá ser tido em consideração todas as variáveis que já foram expostas, seja o tipo de edificação em questão, bem como as características e peculiaridades intrínsecas a cada uma. A norma EN 15221-2 elenca as principais características de um FMA, o qual deverá abordar os seguintes aspetos:

- Recursos a utilizar;
- Tempo de preparação;
- Objetivos estratégicos;

- Mutualidade dos benefícios;
- Considerações a cerca da preparação do acordo.

Depois de assinado o contrato, i.e., FMA, será expectável que este controle e meça todas as etapas subsequentes ao processo de operação / manutenção, a fim de avaliar, validar e/ou invalidar as soluções desenvolvidas e obter satisfação entre as partes envolvidas. Os dois *outputs*, portanto, que advêm do FMA são: *Service Level Agreement* e os Indicadores chave de desempenho, que serão elucidados de seguida.

Maurício (2011) descreve que ao contrário do FMA que designa as cláusulas gerais da prestação do serviço, o SLA descreve essas cláusulas para cada elemento, individualmente, que venha a fazer parte do acordo, isto é, numa mesma contratação de serviço existem vários SLA's para um mesmo contrato de FMA. Tal facto faz com que o nível do serviço prestado seja elevado em todas as facetas devido a essa especificidade, ou seja, o SLA é um acordo que visa formalizar a relação de negócios entre o cliente e o prestador de serviços, no qual, deve ser estabelecido um nível de desempenho em que se acorda medições, condições de execução, bonificações e multas conforme o desempenho obtido.

Para que um SLA seja completo, torna-se necessário que este contemple informação acerca de duas áreas principais: serviço e gestão. Deve ainda contemplar algumas especificidades em cada uma delas, conforme Tabela 3 (Maurício, 2011).

Tabela 3: Informações básicas e suas especificidades para o SLA (Adaptado de Maurício, 2011)

Serviços	Gestão
Definir e descrever, de maneira clara e objetiva, quais os serviços a prestar. Não pode ser deixado espaço para dúvidas;	Definição de métodos e padrões para a medição de indicadores;
Condições para a disponibilidade do serviço;	Definição de processos de resolução de litígios;
Tempo de revisão para cada alteração sofrida dos níveis de serviço;	Definição de cláusulas de indemnização com o intuito de proteger ao cliente;
Definir e delegar responsabilidades.	Definição de mecanismos de atualização do contrato.

Dado o controle e o nível organizacional exigido, Lee & Bem-Natan (2002) definem que o mais importante para atingir o patamar de qualidade é perceber as funcionalidades que o SLA deve ter e conseguir aplicar a cada uma das suas funções. São basicamente seis as áreas que compõem as funcionalidades do SLA:

- Definição de papéis e responsabilidades;
- Gestão de expectativas;
- Controle da implementação e execução;
- Verificação da qualidade;
- Possibilitar a comunicação;
- Avaliação do retorno do investimento.

Relativamente à definição de papéis e responsabilidade de cada interveniente é fundamental que estes estejam bem definidos e que haja corporativismo, uma vez que os aspetos técnicos de cada serviço tornam complexo a atribuição dos deveres de cada um.

Outra função relevante é a gestão de expectativas por parte do cliente, uma vez que estas são contratualmente definidas espera-se uma contrapartida relacionada ao produto / serviço prestado. A garantia por parte deste tipo contrato faz com que o cliente planeie e opere o seu negócio baseado no contratado e através da confiança gerada mutuamente, bem como do acordo, prazos e desempenho expectados.

O controle de implementação e execução deve estar diretamente relacionado com a verificação de qualidade, tendo em vista que, o prestador de serviço deve estar ciente e focado a cumprir o contrato, isto é, prestar o serviço assegurando que os recursos são suficientes e estão disponíveis para atender de forma consistente o estipulado de forma contínua e sólida. Deve, ainda, estar seguro de que o serviço é prestado com a qualidade e desempenho adquiridos. Um bom SLA deve garantir o princípio de confiança de que a qualidade do serviço está a ser monitorada e que o prestador de serviços está disponível para as medidas de contingência que possam surgir.

A possibilidade de comunicação é outro fator essencial para uma boa prestação de serviço. Prestador e cliente devem ter acesso simultâneo e recíproco durante a negociação implementação e conseqüente avaliações do cliente. De acordo com a estrutura fornecida pelo SLA ambas as partes podem expressar as suas necessidades, expectativas, desempenho e progressos, a fim de aprimorar o SLA / serviço. Os acordos geralmente incluem prazos e procedimentos, bem como atualizações destes e notificação de eventuais problemas.

Quanto à avaliação do retorno do investimento, este tem sido um dos fatores principais pelos quais os clientes contratam esse tipo de serviços, estando dispostos a investir financeiramente com o intuito de reduzir riscos a fim de obter um maior nível de segurança e conforto empresarial.

O prestador de serviço, segundo Gomes (2017) deve encarar o SLA como uma abordagem organizada de maneira a gerir e examinar cada SLA, individualmente, para a tomada de decisões. O processo deve ser contínuo e de forma a tornar um ciclo de vida do SLA que envolve o seu desenvolvimento, negociação, vendas, implementação, execução e avaliação contínua durante o processo (Lee & Bem-Natan, 2002).

A EN15221-2 propõe um modelo composto por cláusulas gerais e específicas para cada serviço. As cláusulas específicas, que contém aspetos técnicos e operacionais são listadas como exemplo na Tabela 4.

Tabela 4: Cláusulas específicas de SLA de acordo com a norma EN 15221-2.

<b>Cláusulas específicas de SLA de acordo com a norma EN 15221-2</b>	
<b>1</b>	Descrição geral
<b>1.1</b>	Descrição do serviço do FM
<b>2</b>	Processos comuns inerentes à organização
<b>2.1</b>	Influência do serviço
<b>3</b>	Condições gerais
<b>3.1</b>	Definições da terminologia específica do FM
<b>4</b>	Estrutura e comunicação
<b>4.1</b>	Organização e definições de partes envolvidas
<b>4.2</b>	Comunicação e documentação específica para o serviço individualizado
<b>4.3</b>	Descrição do processo
<b>4.4</b>	Rotinas específicas para exigências dos serviços
<b>4.5</b>	Rotinas específicas para a prestação de serviços
<b>4.6</b>	Medição de desempenho e aceitação
<b>4.7</b>	Sistema de garantia de qualidade e processo de melhoria contínua
<b>4.8</b>	Participação e compromissos do cliente
<b>4.9</b>	Mudanças no SLA
<b>5</b>	Definições e clarificação
<b>5.1</b>	Propriedades e valores relativos ao serviço
<b>5.2</b>	Especificação do serviço
<b>5.3</b>	Resultados e objetivos acordados
<b>5.4</b>	Especificação de serviços outputs e serviços parciais não incluídos
<b>5.5</b>	Equipamento, material e meios de comunicação
<b>5.6</b>	Serviços opcionais
<b>5.7</b>	Processo de resolução de conflitos e procedimentos de não-conformidade
<b>6</b>	Obrigações e requerimentos
<b>6.1</b>	Segurança, saúde e ambiente
<b>6.2</b>	Início dos trabalhos e processos de implementação
<b>6.3</b>	Finalização do serviço
<b>7</b>	Preços, pagamento e contabilidade
<b>7.1</b>	Preços
<b>7.2</b>	Requerimentos específicos de faturação
<b>7.3</b>	Sistema de pagamento consoante o desempenho
<b>7.4</b>	Retenção de pagamento
<b>7.5</b>	Gestão de faturação

### 2.5.2 *Key Performance Indicators*

Depois de estabelecer todos os parâmetros e identificar os intervenientes torna-se necessário monitorizar a evolução e desempenho dos serviços. Através desta ação surgem os indicadores chave de desempenho (*key performance indicators* - KPI), que facilitam a medição do progresso feito de acordo com os objetivos planeados.

Kavrov (2015) refere que, através do processo de medição, se consegue inicialmente controlar os serviços e possivelmente melhorá-los. Diz ainda que, sem conseguir medir, não se consegue perceber, tampouco controlar e obter melhorias.

A avaliação de desempenho através dos KPIs é realizada por meio da quantificação da eficiência e eficácia dos serviços, a fim de garantir a satisfação por parte do utilizador através da recolha de dados fiáveis e válidos fundamentando as tomadas de decisão e proporcionando melhoria contínua do ponto de vista técnico e estratégico da organização.

Segundo Lavy (2008), o gestor de instalações deve utilizar ferramentas que aumentem o desempenho da organização, desenvolvendo indicadores que sejam pertinentes aos objetivos traçados e assegurem o funcionamento da organização, as condições do negócio e ressaltem o contributo do FM para a eficácia da edificação como um todo.

Os resultados oriundos dos KPI são utilizados para *benchmarking*, ou seja, para aplicar procedimentos eficientes e implementar melhores soluções para os problemas identificados (Lavy, 2008).

O *benchmarking* representa um processo comparativo entre dois ou mais sistemas que a organização utiliza. Tem como objetivo, quer a nível interno ou externo, comparar resultados de medições quantitativas, seja do desempenho global da construção do património edificado, de um sistema específico ou dos recursos utilizados para o sistema. Detém, ainda, a perspetiva comparativa entre *insourcing* e *outsourcing* para a revisão de necessidades de manutenção num horizonte entre 5 e 10 anos (Soares, 2013). Tais características fazem do *benchmarking* uma ferramenta poderosa para medir o progresso ao longo do tempo.

Segundo a norma EN 15341, os indicadores devem ser utilizados quando o desempenho esperado não for satisfatório, de modo a permitir à organização: medir o estado; avaliar e comparar o desempenho; identificar os pontos fracos e fortes; definir os objetivos; planear estratégias e ações; divulgar os resultados e controlar o progresso e alterações ao longo do tempo.

### 2.5.3 Indicadores de desempenho segundo EN 15341

A norma EN 15341 tem como objetivo principal apresentar e descrever indicadores de desempenho afetos à atividade de manutenção, definindo, desta maneira, setenta e um indicadores que se subdividem em três grupos distintos, respetivamente:

- Económico (24);
- Técnico (21);
- Organizacional (26).

Os indicadores ainda se dividem em três níveis de detalhe (Tabela 5), de um a três, sendo o nível um o mais amplo e o terceiro específico.

Tabela 5: Indicadores de desempenho EN 15341 (Adaptado de EN 15341)

Indicadores	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Indicador Económico	(E1-E6)	(E7-E14)	(E15-E24)
Indicador Técnico	(T1-T4)	(T5-T6)	(T7-T21)
Indicador Organizacional	(O1-O8)	(O9-O10)	(O11-O26)

Os indicadores, assim como a manutenção e a obtenção de resultados são influenciados quer por fatores externos e internos. São exemplos de fatores externos: a localização, hábitos culturais e locais, legislações e regulamentações setoriais aplicáveis, entre outros. Já os fatores internos são aspetos do género: cultura empresarial e organizacional, taxa de utilização de determinado equipamento, idade das instalações, entre outros (Soares, 2013).

### 2.5.4 Indicadores de desempenho económico

Os indicadores económicos detêm grande importância, sobretudo, para os gestores. Tais indicadores focam a sua análise nos mais variados tipos de custos, os quais permitem evidenciar os custos de substituição, manutenção corretiva, preventiva, condicionada e o custo total de manutenção (CTM) (Maurício, 2011).

Tabela 6: Resumo de lista de indicadores económicos da EN 15341

Nível	Indicador de desempenho económico
1	$E_1 = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Custo de substituição}} \times 100$
	$E_3 = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Output de operações}} \times 100$
2	$E_7 = \frac{\text{Valor médio de materiais de manutenção}}{\text{Custo de substituição}} \times 100$
	$E_8 = \frac{\text{Custo dos recursos humanos internos}}{\text{Custo total da manutenção}} \times 100$
	$E_9 = \frac{\text{Custo dos recursos humanos externos}}{\text{Custo total da manutenção}} \times 100$
3	$E_{15} = \frac{\text{Custo total da manutenção corretiva}}{\text{Custo total da manutenção}} \times 100$
	$E_{16} = \frac{\text{Custo total da manutenção preventiva}}{\text{Custo total da manutenção}} \times 100$
	$E_{17} = \frac{\text{Custo total da manutenção condicionada}}{\text{Custo total da manutenção}} \times 100$
	$E_{24} = \frac{\text{Custo da manutenção contratada para equipamentos}}{\text{Custo total da manutenção contratada}} \times 100$

### 2.5.5 Indicadores de desempenho técnico

Os indicadores de desempenho técnico representam as informações referentes aos ativos em estudo e ao desempenho técnico das instalações sendo de grande valia, a nível de informação, para o gestor. Estes indicam número total de falhas, período de paragem devido à manutenção, período em funcionamento e período de paragem devido a falhas. A Tabela 7 apresenta um resumo dos indicadores de desempenho técnico com base na EN 15341.

Tabela 7: Resumo de lista de indicadores técnicos da EN 15341

Nível	Indicadores de desempenho técnico
1	$T_1 = \frac{\text{Período de tempo em funcionamento}}{(\text{Período de tempo em fun.} + \text{Período de tempo de manutenção})} \times 100$
	$T_2 = \frac{\text{Período de tempo em funcionamento}}{(\text{Período de tempo projetado})} \times 100$
	$T_4 = \frac{\text{Número de falhas causadoras de danos pessoais}}{\text{Tempo de calendário}}$
2	$T_5 = \frac{\text{Período de tempo em funcionamento}}{(\text{Período de tempo em fun.} + \text{Período de paragens devido a falhas})} \times 100$
	$T_6 = \frac{\text{Período de tempo em funcionamento}}{(\text{Período de tempo em fun.} + \text{Período de para. devido a manut. plan})} \times 100$
3	$T_7 = \frac{\text{Período de tempo devido a manutenção planeada}}{\text{Período de paragem devido a manutenção}} \times 100$
	$T_8 = \frac{\text{Período de paragem devido a manutenção predeterminada}}{\text{Período de paragem devido a manutenção}} \times 100$
	$T_9 = \frac{\text{Período de paragem devido a manutenção condicionada}}{\text{Período de paragem devido a manutenção}} \times 100$

### 2.5.6 Indicadores de desempenho organizacional

Os indicadores organizacionais analisam a organização e os trabalhadores, a fim de avaliar o tempo gasto em cada atividade de manutenção, bem como a sua produtividade. Para tal os trabalhadores são separados de acordo com a relação que tem com a empresa e a manutenção em si, distinguindo-se em trabalhadores direta e indiretamente relacionados com os processos de manutenção e os trabalhadores contratados internos dos externos. A Tabela 8 apresenta uma lista resumida dos indicadores de desempenho organizacionais de acordo com a norma EN 15341.

Tabela 8: Resumo de lista de indicadores organizacionais da EN 15341

Nível	Indicadores de desempenho organizacional
1	$O_1 = \frac{\text{Número de funcionários de manutenção da organização}}{\text{Número total de funcionários da organização}} \times 100$
	$O_2 = \frac{\text{Número de funcionários de manutenção indiretos da organização}}{\text{Número de funcionários de manutenção da organização}} \times 100$
	$O_3 = \frac{\text{Número de funcionários de manutenção indiretos da organização}}{\text{Número de funcionários de manutenção diretos da organização}} \times 100$
	$O_5 = \frac{\text{Homens hora em planejamento e calendarização de manutenção}}{\text{Homens hora de manutenção da organização}} \times 100$
2	$O_9 = \frac{\text{Produção do trabalhador de manutenção em homens hora}}{\text{Produção total do trabalhador em homens horas}} \times 100$
	$O_{10} = \frac{\text{Pessoal de manutenção por turno}}{\text{Pessoal de manutenção}} \times 100$
3	$O_{11} = \frac{\text{Período de tempo para ações corretivas}}{\text{Período de tempo de paragem total relacionada com trabalh. manut.}} \times 100$
	$O_{18} = \frac{\text{Homens hora executados em ações preventivas}}{\text{Homens hora totais para a manutenção}} \times 100$
	$O_{19} = \frac{\text{Homens hora executados em ações manutenção condicionada}}{\text{Homens hora totais para a manutenção}} \times 100$
	$O_{20} = \frac{\text{Homens hora executados em ações de manutenção condicionada}}{\text{Homens hora totais para a manutenção}} \times 100$
	$O_{21} = \frac{\text{Homens hora executados em período extraordinário}}{\text{Homens hora totais para a manutenção}} \times 100$

## 2.6 Síntese do capítulo

Este capítulo contextualiza o tema em questão no que tange ao *facility management*. São abordados conceitos referentes ao contexto histórico, principais características, vantagens e

desvantagens aquando da aplicação do FM em empresas e organizações. Paulatinamente, a indústria da construção foi percebendo a importância de tais aplicações, visto que as fases de operação e manutenção devem seguir por longos anos após a construção de qualquer edificação. Gerir de maneira eficaz todo o ambiente, tornando-o mais aprazível e funcional a custos cada vez menores é uma necessidade iminente e que demanda bastante compromisso e organização por parte de todos os intervenientes. Após colocar em prática os métodos considerados mais eficazes e eficientes, torna-se necessário medir o progresso feito de acordo com os objetivos planeados, a fim de monitorizar a evolução e desempenho dos serviços. A avaliação de desempenho pode ser realizada através dos KPIs, que subdividem em indicadores: i) económicos; ii) técnicos; iii) operacionais. Os principais conceitos acerca do FM podem ser explorados neste capítulo que, de forma complementar ao capítulo seguinte, formam o estado da arte do presente documento.

## CAPÍTULO 3: BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

### 3.1 Conceitos e definições

No contexto do *building information modeling*, BIM, o primeiro documento de referência que utilizou o conceito básico que, com o passar dos anos, seria denominado de BIM, teve sua origem em 1975, quando o Professor Chuck Eastman publicou um artigo, de sua autoria, no jornal *American Institute of Architects* (AIA). O artigo continha uma premissa básica, designadamente, “qualquer mudança da disposição do projeto deveria ser feita apenas uma vez para todos os futuros desenhos atualizarem. Todos os desenhos que derivam da mesma disposição de elementos seriam automaticamente consistentes”. Tal abordagem ficou conhecida, na época, como “*Design Description System*” (Tjell, 2010).

Ainda na década de 80, o BIM começou a ser implementado em *software* relacionado com *computer-aided design*, CAD, e pouco a pouco passou a ser percebido como um modelo gráfico tridimensional de edificações (*Grafical Information Model*). Este modelo representa toda a geometria de uma determinada edificação, identificando nomes, funções e propriedades dos seus componentes. Posteriormente, surgiram os primeiros *software* em torno desse sistema, como por exemplo o ArchiCad, Revit e o Allplan. Porém, o termo BIM foi utilizado pela primeira vez pelo arquiteto da Autodesk, Phil Bernstein, ao descrever a sua funcionalidade e correlação entre um desenho virtual, gestão da construção e instalação.

No entanto, a modelação em BIM, não deve ser encarada como um modelo 3D do edifício, no qual se espera que compreenda somente propriedades geométricas, como erroneamente é percebida por grande parte da comunidade de AEC. O BIM deve ser considerado como um conjunto de informações e base de dados referentes às distintas fases e dimensões de uma edificação, que compreendem desde o surgimento da ideia e conceção do projeto até a desconstrução, partilhando-se informações entre os distintos intervenientes durante toda a fase do ciclo de vida da edificação (Eastman *et al.*, 2011). Martins (2009) retrata o BIM como um conjunto de processos baseados em informações tratadas de maneira sistematizada utilizando, para tal, *software* específicos. Segundo Azhar et al., (2007) todas as especialidades devem trabalhar num único modelo, de modo que as alterações realizadas por uma das partes sejam reproduzidas automaticamente no conjunto de projetos.

Lino, Azenha & Lourenço (2012) afirmam que a representação digital favorece a gestão de dados, pois reúne toda a informação advinda dos intervenientes do processo e partilha tal informação nas mais variadas fases do ciclo de vida. Tal partilha e trabalho colaborativo, entre os profissionais envolvidos, resulta numa melhor comunicação, aumento de eficiência e melhoria na supervisão de todo o projeto (Hattab & Hamzeh, 2013). No entanto, deve-se realçar, que o BIM para além das características anteriormente salientadas, em relação à partilha de informações e junção das bases de dados fidedignas que se estendem durante o ciclo de vida da edificação também representa, digitalmente, os elementos funcionais e físicos pertinentes a uma determinada instalação (NBS, 2016).

Dentre os seus benefícios, o uso de BIM permite o acompanhamento permanente das previsões de custos, simulando a evolução dos processos construtivos, de forma a estruturar o encadeamento dos processos, bem como planear e controlar o respetivo progresso (Azhar et al., 2007).

Segundo Cheng et al. (2015), o BIM também assume grande importância em fases de pós-construção, sobretudo nas fases de operação e manutenção sejam estas voltadas para gestão de renovação, demolição e/ou restauro do património edificado. Através da utilização desta metodologia é possível detetar erros mais facilmente, ainda na fase de projeto, de forma que esse erro não surta efeito na fase da construção acarretando custos maiores para repará-lo. Trata-se de maior segurança na tomada de decisões, minimizando incompatibilidades entre as mais variadas especialidades de projetos, de modo a valorizar a troca de informações e o acesso simplificado aos requisitos de desempenho e produção assegurados pelo BIM (Chen et al., 2014).

### **3.2 Modelo BIM e suas dimensões**

Com o desenvolvimento da implementação BIM na indústria AEC (arquitetura, engenharia e construção), tornou-se necessário segmentar o nível de informação que seria obtido como resultado da utilização dessa plataforma nos mais variados setores da construção. Os modelos BIM podem estar segmentados em diversas dimensões ( $nD$ ), sendo que o nível posterior agrega incrementalmente algum atributo de informação ao anterior. Com o passar do tempo houve a necessidade de alterar a forma como os projetos são representados, nomeadamente, de uma representação 2D para 3D, porém outras vantagens propulsionam a utilização destas abordagens por parte de projetistas, gestores e outros atores do sector da AEC (Rodas, 2015).

A utilização dos modelos, e consequentemente, os seus resultados, dependem da interação entre os intervenientes. Conforme o avanço de cada etapa do empreendimento é gerada uma relação diretamente proporcional ao incremento de informação obtida, seja nas fases de: projeto, planeamento, orçamento, construção, operação/utilização e manutenção, as informações são acumuladas e dependem do nível de maturidade e desenvolvimento de cada edificação, ou seja, ao passo que o modelo ganha em complexidade/informação, atinge novas dimensões de uso BIM. Atualmente as dimensões BIM variam entre 2D e 7D e referem-se à forma como o modelo foi programado e, consequentemente, às informações que os modelos possuem (Campestrini *et al.*, 2015).

A utilização do 2D trata de uma modelação realizada em duas dimensões. Entretanto, a modelação BIM inicia com base na elaboração de um projeto em 3D, que já se diferencia da forma anterior por permitir mitigar erros de perceção do projeto, fornecendo uma completa compreensão sobre o projeto (CIC, 2011). Outros benefícios que advêm da modelação 3D, predem-se com as possibilidades de realizar o *clash detection* (deteção de conflitos) entre elementos que se intercetam em projetos de especialidades distintas, possibilidade de renderização, animações e de utilização de *Laser scanning* (nuvem de pontos) (Mattos, 2014).

A quarta dimensão (4D), incrementa ao 3D o aspeto organizacional e de planeamento de toda a obra, sendo faseado de acordo com a evolução desta. São acopladas informações acerca do prazo, sequência construtiva, número de equipas, produtividade, bem como o plano de trabalho da obra. Deste modo, o gestor pode acompanhar o avanço físico do edifício, verificar as necessidades de adaptações à medida que o projeto desenvolve a fim de antecipar-se a possíveis problemas, gerindo equipas, equipamentos e materiais (Eastman *et al.*, 2011).

No BIM 5D é atribuído ao modelo tridimensional a variável que permite o controle de custos. Deste modo, cada elemento do projeto passa a ter um custo associado, estabelecendo um vínculo a dados de orçamentação, através de insumos, fabrico e serviços. De acordo com a função paramétrica, que será detalhada adiante, qualquer alteração geométrica no projeto é facilmente atualizada no levantamento de quantitativos e, por consequência no orçamento gerado a partir deste. A quantidade dos materiais, o controle económico e o cronograma financeiro da edificação são incluídos nesta dimensão (Eastman *et al.*, 2011).

A sexta dimensão (6D) inclui a componente de análise do ciclo de vida do empreendimento e possibilita aos projetistas e gestores definir elementos e materiais para o património edificado,

com a finalidade de atingir os níveis desejados de sustentabilidade, como por exemplo determinados níveis de consumos energéticos (Eastman *et al.*, 2011). Torna-se possível efetuar uma análise energética detalhada, avaliar o impacto ambiental oriundo de toda a construção e obter as certificações energéticas.

Por fim, a modelação 7D é voltada para a gestão e manutenção dos edifícios, englobando a gestão de redes e instalações por meio de descrições e correlações entre os elementos, com o intuito de assegurar a existência da informação necessária para a elaboração de uma base de dados fidedigna para ser utilizada na gestão destes ativos. Nesta dimensão são reunidas informações cruciais para o devido efeito, nomeadamente, as fornecidas por fabricantes, fornecedores, bem como as referências e garantias de equipamentos entre outros aspetos acerca do edifício (Eastman *et al.*, 2011).

### 3.3 Níveis de maturidade

Ao aplicar o BIM, pode-se distinguir três níveis de maturidade que são observados a partir de sua aplicabilidade na indústria da construção e baseiam-se no nível de colaboração e tecnologia utilizada durante o processo. O modelo de maturidade é discutido por diversos autores, porém neste trabalho será retratado o proposto por Bew-Richards, o qual, é esquematicamente representado na Figura 10.

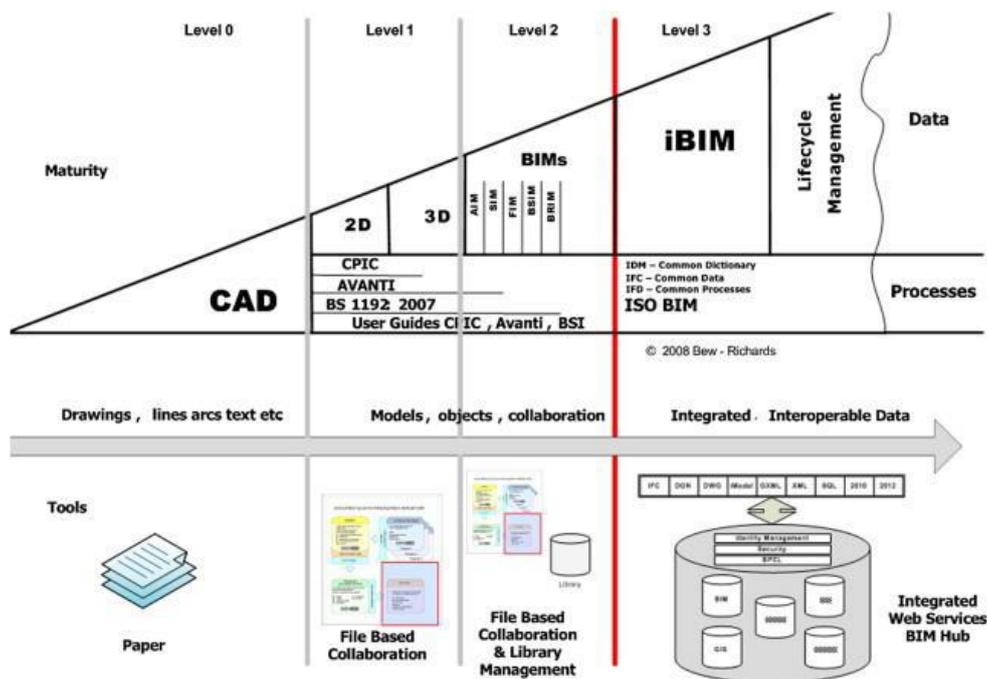


Figura 10: Níveis de maturidade do BIM segundo Bew-Richard (Barlish And Sullivan, 2012).

Os níveis de maturidade podem ser definidos de acordo com o futuro das implementações do BIM e as técnicas relacionadas com estas. Define-se como nível 0, um nível ausente da filosofia BIM, o qual se traduz pelo uso do método tradicional de partilha de informação, via eletrónica ou papel, através de representações em CAD (*Computer Aided Draughting*), 2D e por intermédio de *software* utilizados nas mais diversas áreas.

No nível 1, ainda não é possível identificar o sistema colaborativo entre as diversas disciplinas, porém existe troca de informação eletrónica em maior escala, utilizando formatos 2D para apresentação de documentos e informações de equipamento e o 3D para conceção de projetos. É o nível mais utilizado na atualidade por parte das empresas.

O nível 2 configura-se através do processo de criação de projeto por equipa, em 3D, porém de maneira individual, sem a existência de um modelo único e de partilha entre os distintos intervenientes. Nesta fase a informação criada é partilhada entre cada membro da equipa através de um ambiente comum a todos, a fim de permitir que qualquer organização tenha a capacidade de partilhar dados e construir um modelo em BIM, a fim de extrair informação e realizar o controle de erros entre projetos de distintas especialidades por qualquer membro da equipa. No nível 2, independente do *software* utilizado, deve ser possível exportar formatos de ficheiros interoperáveis, seja em IFC (*Industry Foundation Classes*) ou COBie (*Construction Operation Building Information Exchange*).

Finalmente, o nível 3 assume a aplicação ideal para o contexto BIM em que todos os projetistas trabalham através de um processo aberto e integrado, com recurso a modelos partilhados numa plataforma online. Todos os envolvidos têm acesso a esta plataforma digital, permitindo que a informação esteja completamente disponível e acessível para que seja acedida e alterada por todos. Neste nível, já é possível discutir a utilização de modelos BIM com outras dimensões e complexidades, a fim de integrar tempo e custos associados ao projeto, bem como modelos preenchidos com informações imprescindíveis para a gestão e manutenção dos edifícios (Rodas, 2015).

Segundo Venâncio (2015), o IPD, *Integrated Project Delivery*, corresponde sumariamente ao desenvolvimento de projetos BIM com níveis de maturidade elevados. O IPD é definido, pela AIA (*American Institute of Architects*), como o meio de integrar os diferentes processos num mesmo projeto, os quais englobam pessoas, sistemas e procedimentos, com a finalidade de otimizar o

processo colaborativo, aprimorar resultados, reduzir erros e maximizar a eficiência em todas as fases de um projeto.

A Figura 11 retrata a curva de MacLeamy e demonstra a funcionalidade de um fluxo de trabalho em BIM comparado com um fluxo de trabalho convencional. Esta é composta de quatro linhas: i) vermelha, representa a capacidade que a equipa detém em impactar nos custos e as capacidades funcionais do projeto; ii) verde, relativa ao custo com as mudanças de projeto; iii) azul, respeitante à distribuição do esforço no método convencional; e iv) preta, relativa à distribuição do esforço num processo integrado. De acordo com Pina (2015), a base deste pensamento centra-se no trabalho colaborativo, assim como na garantia do cumprimento de requisitos impostos pelo proprietário num menor espaço temporal e com menos custos.

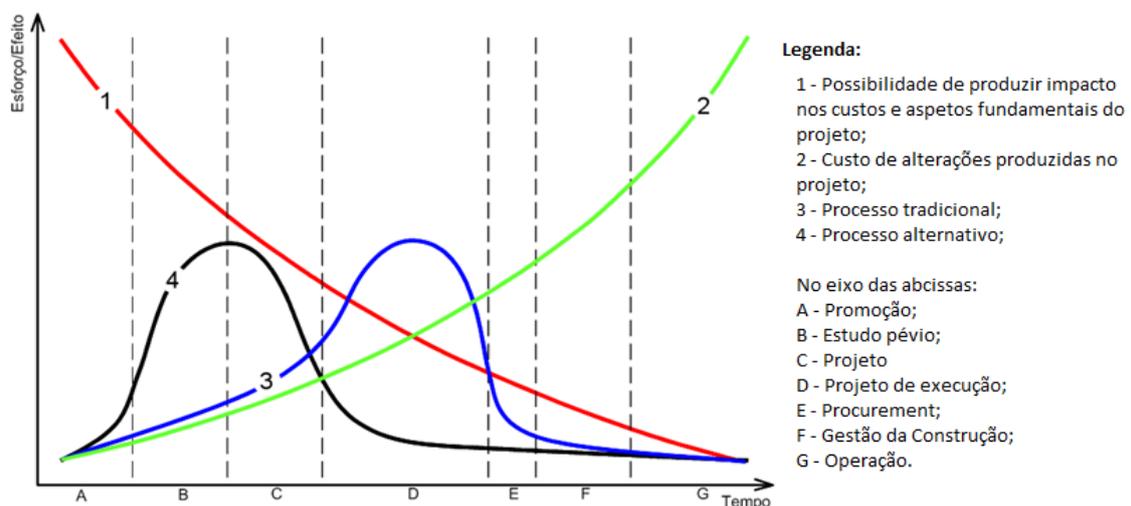


Figura 11: Curva de Macleamy (Soares, 2013)

Pode-se perceber que, conforme o projeto evolui, o custo para proceder a alterações ao projeto inicial é diretamente proporcional ao seu avanço, enquanto a capacidade de criar impacto nos custos é inversamente proporcional ao referido avanço, ou seja, as alterações adotam menores custos quando identificadas antecipadamente. O uso BIM é promissor quanto a este aspeto, quando comparado com a prática tradicional, na qual as alterações mais significativas se dão aquando do projeto de execução e acarretam custos mais elevados.

### 3.4 Relações paramétricas

Os projetos em BIM são concebidos através de uma modelação orientada por objetos, esta metodologia constitui uma das principais premissas da filosofia BIM. Estas orientações têm por finalidade instituir relações paramétricas entre os elementos que são criados e constituem o modelo, de modo a que estes interajam através de parâmetros comuns. Trata-se de uma evolução da modelação 3D, visto que esta permite apenas criar e alterar a forma do objeto, porém tratando-o apenas como um único objeto, não se correlacionando com os demais. Por sua vez, a parametrização permite o ajuste automático em face das alterações introduzidas em determinados elementos, assim como noutros elementos com que estes interagem.

Os parâmetros e regras determinam a geometria dos objetos, bem como algumas propriedades e características não geométricas. Tais parâmetros podem ser: materiais; camadas constituintes; famílias; geometria; parâmetros acústicos; térmicos, ou seja, todos os atributos necessários para especificar o objeto e relacioná-lo com os demais presentes no projeto. Tal facto, permite que uma alteração, ou adição de informação realizada em determinado elemento faça com que todos os seus dados sejam atualizados e adaptados aos demais elementos.

Atualmente, já é possível analisar as alterações realizadas nos objetos de modo a escolher a ordem em que se deve atualizar e definir prioridades para tais atualizações. Todavia, para que este processo ocorra corretamente, torna-se necessário utilizar os elementos apropriados para cada seção da edificação, sendo preciso modelar os mesmos de acordo com a utilização destes em obra, preservando a sua natureza e identificando-os de acordo com a classe / família do objeto. Cada família tem um comportamento e associações específicas (Eastman *et al.*, 2011). Torna-se relevante defini-las ou criá-las, caso seja necessário, a fim de garantir a correta modelação do edifício e poder seguir prioridades e regras que fundamentem o correto funcionamento destas famílias.

### 3.5 Interoperabilidade

Com o incremento do uso da metodologia BIM, vários *software* passaram a existir. Tal fator favoreceu o investimento em investigações acerca da interoperabilidade entre os múltiplos *software* em questão, visto que, ao longo do ciclo de vida das edificações as informações, muitas vezes necessitam ser partilhadas por empresas (Monteiro & Martins, 2011).

Pode-se perceber que os intervenientes, por diversas vezes, encontram obstáculos e dificuldades em partilhar informações de maneira ágil e que contemplem dados necessários para cada caso. Segundo Simões (2013), a aplicabilidade da metodologia BIM deve ser acoplada à interface obtida entre as diversas especialidades de um projeto, sendo cada uma desenvolvida por um *software* distinto. Baseado nesse pressuposto, surge um dos pilares para o desenvolvimento desta ferramenta, isto é, a interoperabilidade.

A interoperabilidade surgiu da necessidade em criar uma plataforma que favorecesse a integração e partilha de informações entre os diferentes *software*, utilizando um modelo único nas mais variadas etapas do empreendimento e garantindo a integridade das informações criadas, sendo estas, mantidas e/ou atualizadas constantemente ao longo das intervenções, não apresentando conflitos no seu funcionamento em rede, subsidiando a troca de informações entre si (Sacks et al., 2008). Segundo AIA (2020) para que se tenha fluxos de trabalho BIM mais eficientes é necessário garantir a eficácia e fluidez da interoperabilidade.

A interoperabilidade é constituída por três pilares de acordo com a organização *buildingSMART*, nomeadamente, IFC (*Industry Foundation Classes*), IFD (*Industry Framework for Dictionaries*) e IDM (*Information Delivery Manual*). Resumidamente, o IFC equivale ao modelo de dados, enquanto o IFD equivale a um dicionário e o IDM corresponde ao manual de entrega de informações. A Figura 12 caracteriza o triângulo padrão da *buildingSMART*.

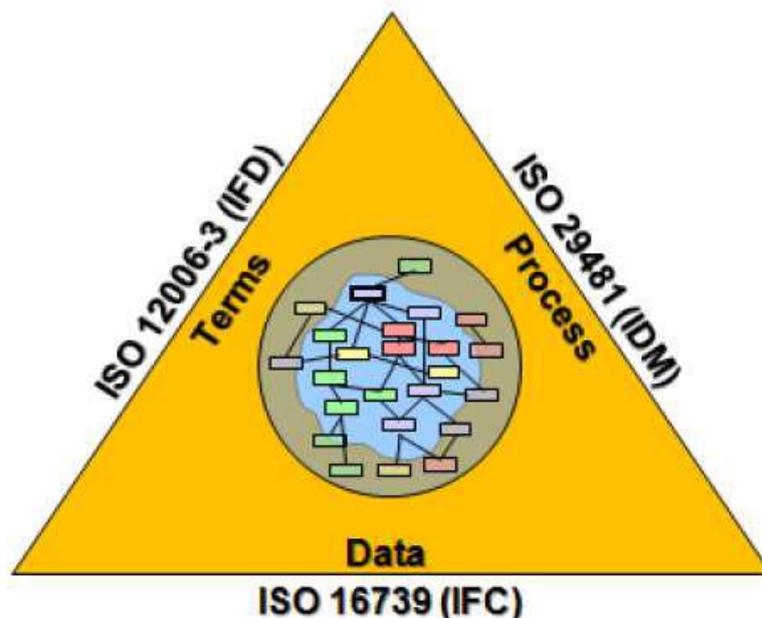


Figura 12: Triângulo padrão buildingSMART (BuildingSMART, 2020)

O padrão *Industry Foundation Classes* foi desenvolvido pela *buildingSMART* com o intuito de partilhar e favorecer a troca de dados entre os *software* BIM, sendo responsável pela atualização constante do modelo e criação de novos padrões a fim de atender às demandas da indústria AEC (AIA, 2020). A Figura 13 representa o processo evolutivo das versões lançadas do IFC.

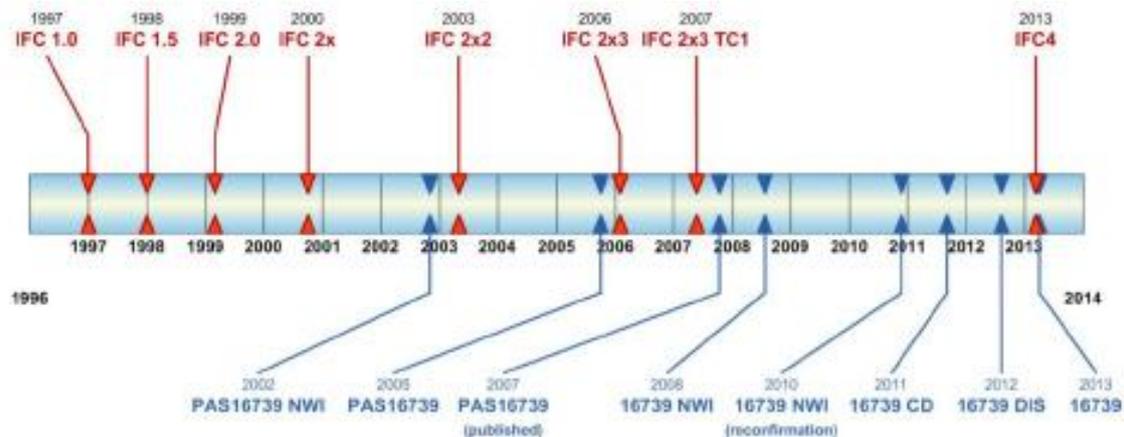


Figura 13: Versões implementadas do formato IFC (Liebich, 2013)

O IFC encontra-se normalizado através da ISO 16739:2013, tendo como pressuposto não pertencer a nenhum fornecedor exclusivo de *software*. Este deve ser uma plataforma comum de comunicação entre os mais variados programas que interagem com modelos BIM, a fim de gerir e transmitir as informações de forma fiável e segura (Silva, 2012).

O IFC é um arquivo aberto, neutro e com especificações padronizadas para o BIM e, que não tem como objetivo apresentar um modelo 3D, mas um formato completo de um modelo da construção, transportando propriedades alfanuméricas, relações entre materiais e objetos e propriedades geométricas (Rodas, 2015).

O processo deve ser realizado através da extração de informações da base de dados, seguido da atribuição de parâmetros IFC presentes em um conversor e guardado num formato neutro. A base de dados do recetor capta as informações, em IFC, e torna a convertê-los de modo a viabilizar a interpretação por parte do novo recetor.

Para que as informações sejam transmitidas e decifradas corretamente, torna-se necessário que haja um dicionário universal entre os *software*, em que cada parâmetro apresente definições específicas associadas, através de um acesso automático e que seja independente da linguagem e tipologia utilizada, sendo esta a principal função do IFD (*buildingSMART*, 2020). Adicionalmente, facilita a centralização dos dados disponibilizados no modelo, com a finalidade de atuar como um

mapa que ajuda a localizar informações, impossibilitando a duplicação e reduzindo o tempo de realização do projeto. Outro benefício do IFD é a catalogação de cada elemento inserido neste, o que simplifica a identificação e torna o processo mais fluido e eficaz. O IFD, portanto, funciona como uma biblioteca que permite flexibilizar os modelos em BIM, através do formato IFC e suas várias bases de dados a fim de proporcionar maior compreensão acerca dos requisitos de informação atrelados à indústria da construção (IFD-Library, 2020).

O IDM (*Information Delivery Manual*) tem por objetivo especificar e normalizar os processos e fluxos de informações criados durante o ciclo de vida do edifício, de forma a proporcionar maior compreensão nos requisitos e identificar processos que exijam troca ou partilha de dados entre os intervenientes, bem como indicar os requisitos necessários para a execução dos processos em cada fase do projeto (BuildingSMART, 2020). Segundo Soares (2013), o IDM, especificamente, visa garantir que todos os dados relevantes sejam transmitidos de modo que possam ser interpretados pelos *software* dos recetores da informação.

O MVD (*Model View Definition*) é definido através de um subconjunto de entidades do esquema IFC, fornecendo a devida orientação de implementação para todos os conceitos do IFC utilizados no subconjunto, ou seja, representa a especificação de requisitos do *software* a fim de criar uma interface IFC e satisfazer os requisitos de troca e partilha de dados entre eles, tornando-os compatíveis (buildingSMART, 2020). É também referido como sendo o IFC *View Definition* e atua como ferramenta legal na definição de subconjunto do IFC, em que favorece a orientação e os acordos para implementar seus conceitos, representando os requisitos do *software* na implementação da ligação com o IFC, a fim de satisfazer aos requisitos de partilha. (Graphisoft, 2020).

A Tabela 9 resume as normas que são aplicadas por parte de cada padrão necessário com a finalidade de gerar diretrizes tendo por base cada especificação que o define.

Tabela 9: Padrões buildingSMART adaptado de BuildingSMART (2020)

Nome	Função	Norma
IFC	Partilha de informação e dados	ISO 16739:2013
IFD	Biblioteca de dados aberta	ISO 12006-3:2007
IDM	Normalizar e especificar processos	ISO 29481-1:2010 ISO 29481-2:2012
BFC	Coordenação de atualizações	BuildingSMART BFC
MVD	Traduzir os processos para os requisitos técnicos	BuildingSMART MVD

### 3.6 *Level of development*

A estrutura do LOD, *Level of Development*, foi desenvolvida pelo AIA para atender à necessidade em definir qual o nível de confiabilidade, desenvolvimento e pormenorização dos elementos e as informações que podem ser extraídas através de modelos gerados por outros colaboradores (BIMForum, 2020). O LOD é definido segundo BuildingSmart (2020) como um modelo que permite desenvolver e especificar, com elevado nível de clareza, os conteúdos e níveis de confiabilidade dos dados de um modelo BIM definindo e ilustrando as características dos elementos de diferentes sistemas de construção e em diferentes níveis de detalhe.

No tocante ao processo de organização de informações, através da boa utilização do LOD é possível que o gestor indique à sua equipa qual o nível e detalhe de informação necessário para cada fase construtiva de modo a otimizar os processos, tornando-se necessário ser definido já na fase de projeto, de modo a garantir a compreensão do modelo virtual a criar (McPHEE, 2013).

Com o objetivo de estruturar o processo de informação, a AIA propôs um padrão para aplicar aos níveis de desenvolvimento pretendido, tal como a permissão de utilização em cada nível de desenvolvimento no modelo BIM e, distribuiu o desenvolvimento de cada elemento do modelo pelos diferentes LOD's para cada fase de projeto (AIA, 2020). Os níveis de desenvolvimento dividem-se em cinco e classificam, segundo AIA (2020), da seguinte maneira:

- **LOD 100 – Modelo conceptual** – Equivale ao projeto conceptual em que o modelo abrange a volumetria geral da edificação e inclui áreas, volumes, orientações, localizações, podendo ser representados em 3D. Estimativas de custos e estudos de viabilidade serão meramente indicativos;
- **LOD 200 – Modelo de geometria aproximada** – Os elementos são modelados através de sistemas generalizados, possuindo informações geométricas próximas da realidade constituindo-se de tamanho, forma, orientação e localização aproximadas, com a possibilidade de serem anexadas informações não geométricas aos elementos do modelo. É possível apresentar estimativas de custos e cálculos estruturais básicos;
- **LOD 300 – Modelo de geometria precisa** – Os elementos apresentam conjuntos precisos quanto à forma, localização, quantidade, tamanho e orientação. É necessário que todas as informações pertinentes às especialidades, arquitetura, planeamento, orçamento, estruturas, estejam à disposição.
- **LOD 400 – Modelo de fabrico** – Os elementos devem ser concebidos através de conjuntos específicos com total precisão em relação à forma, localização, tamanho, quantidade e orientação com fabricação completa e montagem, contendo toda a informação de maneira detalhada. Devem incluir dados acerca do fabrico e manutenção.
- **LOD 500 – Modelo as-built** – Os elementos são modelados como construídos na realidade (modelo *as-built*) e devem ter medidas precisas em termos de forma, tamanho, localização, orientação e quantidade, sendo adequado para operações de gestão e manutenção. Deve ser incluída toda informação de acordo com a construção e seus pormenores, pois serão utilizados para as fases de manutenção e exploração do edifício.

A Figura 14 representa o LOD relacionado às fases de vida de um projeto, contemplando projeto base, estudo prévio/anteprojeto, projeto de execução, construção e gestão de operação.

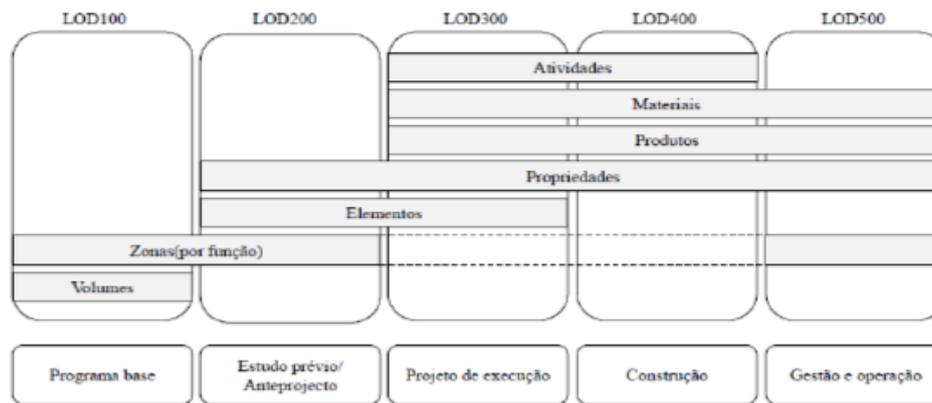


Figura 14: Relação entre níveis de desenvolvimento e as fases de vida de um projeto (Sousa, 2013)

### 3.7 Metodologia BIM aplicada ao FM

Conforme já discutido em capítulos anteriores, a fase de operação / manutenção é extremamente relevante no aspeto de custo e aplicabilidade para as edificações, envolvendo a maior parte dos recursos financeiros quando comparado às outras fases de um projeto.

O *facility management*, FM, apresenta grande contributo relativamente a estas fases e propicia a integração no sentido de melhorar, manter, operar e adaptar os edifícios garantindo que os objetivos primários da organização sejam apoiados. Entretanto, a eficácia e eficiência da manutenção de edifícios e suas operações diárias dependem fundamentalmente das informações contidas acerca do todo (Atkin & Brooks, 2009). Estima-se que, mais de 80% do tempo, durante a O&M (Operação e Manutenção), é usado para procurar dados relevantes à falta de integração de dados (Ding et al., 2009). Como o BIM fornece um sistema de informação abrangente que capta informações sobre todos os componentes relacionados ao edifício, estas informações essenciais e relevantes, tais como informações geométricas e semânticas, podem ser coletadas e recuperadas em um ambiente BIM eficiente.

A fim de facilitar as operações e a utilização de informações que contribuam com o avanço no processo como um todo, é necessário utilizar-se ferramentas e *software* compatíveis. O uso BIM proporciona um sistema abrangente e capaz de captar dados sobre todos os componentes do edifício como, por exemplo, informações semânticas e geométricas, que podem ser coletadas e recuperadas de maneira eficiente, reduzindo até 98% o tempo de atualização das bases de dados FM (Ding et al., 2009).

Segundo Becerik *et al.* (2012), na indústria da construção existe uma dificuldade em implementar novos processos e tecnologias no âmbito do FM, pois é uma indústria que apresenta barreiras na

inserção dessas novas tecnologias. Para que sejam validados é necessário a realização de inúmeros testes com o intuito de fundamentar a utilização da implementação FM.

A aplicabilidade do BIM-FM é baseada no uso da gestão de instalações através dos recursos proporcionados pela modelação BIM, como uma base de dados que contém dados acerca de todos os elementos, bem como o benefício do modelo geométrico (Rodas, 2015). A metodologia BIM utiliza recursos de *software* BIM, entretanto, a ferramenta informática para a utilização do FM não segue uma especificação, podendo ser utilizadas as terminologias que assessoram tal aplicação como o *Integrated Workplace Management System* (IWMS) e *Computer Aided Facility Management* (CAFM), sendo consideradas fontes fundamentais de informação, capazes de fornecer aos gerentes de instalações e equipa dados relacionados ao suporte e auxílio na tomada de decisões.

Leppard (2009), defende que evolução do CAFM para o IWMS é uma mera estratégia de *marketing*, definindo que o IWMS é apenas um CAFM aplicado de maneira correta e não o encarando como uma evolução do CAFM. Estas duas plataformas empresariais têm o objetivo comum de visarem auxiliar o planeamento, gestão, projeto, alienação e utilização dos ativos de uma organização fundamentada em sua localização.

Tais ferramentas otimizam o uso de recursos no local de trabalho e proporcionam a gestão do portfólio imobiliário, ativos das instalações e infraestruturas de uma empresa. Outros acrónimos foram criados e implementados para tentar compor e obter soluções informáticas distintas atendendo às necessidades do mercado, focando em processos específicos que se completam. Não existe consenso na literatura acerca da obtenção e especificação de cada uma das soluções existentes. A Figura 15 ilustra resumidamente, tais soluções como sendo complementares à CAFM/IWMS e representativos da metodologia FM.

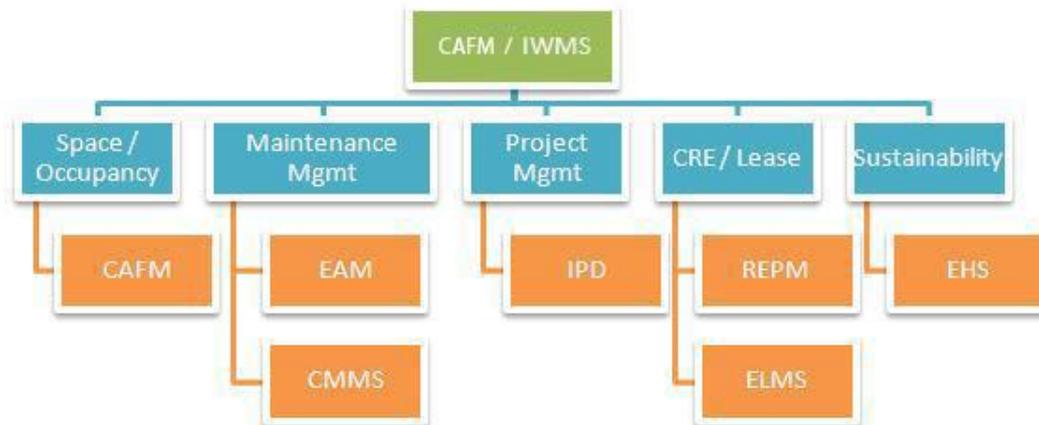


Figura 15: Áreas funcionais do FM e respetivos acrónimos dos Sistemas (IWMS, 2009)

Através da Figura 15, é possível seccionar o CAFM/IWMS em cinco campos de aplicação distintos, pautados através da:

- Gestão do espaço e das instalações;
- Gestão da manutenção;
- Gestão do projeto;
- Gestão dos ativos e arrendamentos;
- Sustentabilidade ambiental.

### 3.7.1 Vantagens da utilização do BIM-FM

Pode-se considerar que a utilização de BIM-FM se encontra em uma fase inicial, mas desde já é possível apontar diversos benefícios inerentes à sua utilização. Segundo Kassem et al. (2015), as vantagens oriundas da utilização desta metodologia são:

- Melhoria por parte dos processos e precisão de dados;
- Aumento da eficiência na execução das ordens de serviço (OS);
- Maior facilidade no acesso aos dados FM, pois os mesmos podem ser encontrados no modelo BIM contendo informações precisas;
- Eficiência na obtenção / criação de plantas, visualizações e elevações a partir de um modelo integrado gerados de maneira automática a partir de planos que seccionam o modelo tridimensional e fornecem elevada precisão;
- Capacidade de anexar garantias e dados legais, sendo possível extraí-los do modelo em momento oportuno;

- Potencial para emitir relatórios de falhas e identificar espaços de maneira precisa através de consulta ao modelo;
- Capacidade em executar projetos de reforma em ambiente 3D.

Outros autores, por exemplo Castilla (2015) e Helbling (2012), acrescentam as seguintes vantagens relativamente à utilização do BIM-FM:

- Melhoria na gestão do espaço;
- Maior facilidade de coordenação de pessoas, processos e lugares;
- Otimização de projeto e de equipas;
- Redução no tempo de identificação e resolução de problemas de projeto;
- Análise energética detalhada;
- Iniciativas de sustentabilidade;
- Extração de quantidade de materiais;
- Controle de prazos e custos.
- Programas de manutenção baseados apenas nas recomendações iniciais do fabricante e não com base em operações e atividades das organizações;
- Falta de um alinhamento adequado entre a manutenção de ativos e a necessidade da organização em relação à sua atividade;
- Ausência de prática de gestão de risco e análise que permita à organização estabelecer planos de manutenção e operação;
- Pouca interação e comunicação por parte dos departamentos de manutenção, compras, finanças e recursos humanos.

### 3.7.2 *Software* BIM-FM

As atividades de manutenção de instalações podem ser apoiadas por sistemas de gestão de manutenção computadorizados (CMMSs) e sistemas de gestão de instalações (FMSs) e podem ser utilizados para gerir a manutenção do edifício e fornecer uma plataforma de informação organizada. Os CMMSs são usados por organizações de manutenção de instalações a fim de registrar, comunicar e gerir operações diárias, gerir ativos e ordens de serviços diferentes, gerir custos e tempos, gerar solicitações de serviços, controle de inventário, gerir e acompanhar recursos (custos e tempo) de materiais (Parsanezhad & Dimyadi, 2014). Entretanto, há dois problemas nos FMSs: o primeiro relaciona-se ao facto de os CMMSs/FMSs não conseguirem fornecer programação automática de ordens de trabalho de manutenção, o que dificulta no tocante

à reprodutividade de processos e o segundo é a alta complexidade para a equipa FM aceder a informações precisas (Sapp, 2015).

Atualmente existem muitos *software* voltados para a modelação BIM e outros para a utilização do FM. Porém, ainda existem poucas tecnologias que permitem fundir as informações destas duas metodologias de modo integrado num só programa de BIM-FM. Geralmente, a interação entre os gestores de instalação e os *software* BIM é realizada através de um *web browser* que é o responsável por aceder a todos os dados através de um login, podendo ser efetuado através de acesso remoto de modo a controlar / operar ações de emergência e/ou manutenção.

Existem *software* que permitem, através de aplicações, interligar os contributos BIM e os de FM, de modo a complementarem mutuamente as informações contidas em cada um dos respetivos modelos. Adicionalmente, existem outros tipos de software, por exemplo o EcoDomus, que apesar de não possuírem nenhum *software* completamente dedicado ao BIM ou ao FM, unem as capacidades de outros *software*, a fim de permitir a aplicação do BIM-FM. Ainda há muitas questões técnicas que necessitam de ser superadas, sobretudo no âmbito da padronização de troca de informações e da resolução de questões relacionadas com a interoperabilidade entre sistemas BIM e FM (Shalabi & Turkan, 2017).

Teicholz (2013) salienta que os problemas relativos à integração de dados e perda de informações são causados por: convenções que apresentam nomenclaturas inconsistentes, ausência de norma universal para requisitos de dados acerca das instalações, categorização indevida de dados em BIM e CMMSs/FMSs, sincronização deficiente de informações, e ausência de metodologia de captura de instalações e ativos existentes.

O avanço nesta área tem um potencial enorme, dada a crescente necessidade e procura do uso destas metodologias, com o surgimento no mercado de edifícios cada vez mais complexos. Deste modo, torna-se indispensável que o modelo utilizado para a gestão apresente grande rigor na modelação, bem como relativamente à quantidade e qualidade destas a fim de superar as limitações supracitadas. Já existem alguns *software* que possuem o mesmo sistema de utilização através de *web browser*, conforme anteriormente enunciado.

Os principais *software* serão detalhados de seguida, nomeadamente: IBM *Maximo*, FM:Interact, EcoDomus, YouBIM, ArchiFM e Archibus.

## IBM Maximo Asset Management

O IBM *Maximo Asset Management* é um *software* que proporciona gestão de ativos empresariais. No que cerne à gestão de manutenção e ciclo de vida dos imóveis, proporciona uma plataforma que fornece mapeamento pronto a utilizar para os bens físicos do empreendimento e gestão de equipas. É muito utilizado quando da necessidade em gerir grande volume de ativos, sendo empregue em indústrias fornecendo possibilidade de compartilhamento de informações, recursos, melhores práticas associadas, entre outros. O *software* visa auxiliar na gestão completa, desde produção, infraestrutura, transporte, comunicações e instalações.

O IBM *Maximo* proporciona ao utilizador a visualização em 3D do modelo, sendo este previamente concebido em outro *software* de modelação. Através da importação da informação necessária, atua de maneira eficaz no planeamento da gestão de manutenção, podendo ainda, alterar os dados inseridos a qualquer momento e, inclusive exportar os ficheiros novos a fim de atualizar o modelo. O *software* possui extensão para o BIM 360, o que favorece a troca de dados e propicia a visualização 3D das informações BIM. A troca de dados implementa um subconjunto do COBie *Standard*. Algumas vantagens dessa interação são: a possibilidade de exibir corretamente o modelo, possibilitar a seleção automática, exibir ativos com solicitações de ordens de serviço e criar biblioteca com vistas definidas previamente.

O *Maximo Asset Management* possui seis módulos de gestão (IBM, 2020):

- ***Gestão de ativos*** – Rastreia e gere ativos e dados de localização ao longo do ciclo de vida de maneira mais eficaz;
- ***Gestão de trabalho*** – Auxilia a gestão de atividades planeadas e não planeadas, de modo a englobar todas as fases, desde o período inicial até a conclusão e os custos referentes às etapas;
- ***Gestão de serviço*** – Define as ofertas de serviço, os SLAs, implementação de procedimentos na resolução de problemas e monitorização proactiva no fornecimento dos níveis de serviço;
- ***Gestão de contratos*** – Oferece suporte completo na aquisição, aluguel, custos do trabalho, garantia, *software*, ou qualquer espécie de contrato definidos pelo utilizador;
- ***Gestão de inventários*** – Fornece detalhes voltados para os ativos da empresa de acordo com a respetiva utilização, incluindo informações úteis, quantidades e valores;

- **Gestão de procurement** – Oferece suporte para as fases do *procurement* da empresa, como, por exemplo, compras diretas, reposição do inventário, entre outros.

### FM: Interact

O FM:Interact abrange todas as particularidades dos sistemas informáticos IWMS e CAFM de forma simples e com fácil configuração, através do sistema modular com base na internet e que permite aceder a analisar os dados referentes às instalações, manutenção e imóveis (Khemlani, 2020). Possui vários módulos de aplicação a fim de promover a gestão dos edifícios em tempo real como, por exemplo:

- **Maintenance management** – Módulo dedicado à manutenção da instalação;
- **Space reservation** – Utilizado para reserva de espaços;
- **Space management** – Dedicada à gestão de espaços e cumprimento de suas funções;
- **Asset management** – Módulo dedicado à gestão de ativos;
- **Strategic planning** – Módulo que auxilia na sincronização entre bens da instalação e planos de ação traçados pela equipa de gestão.

A Figura 16 retrata a integração do BIM com o FM:Interact.

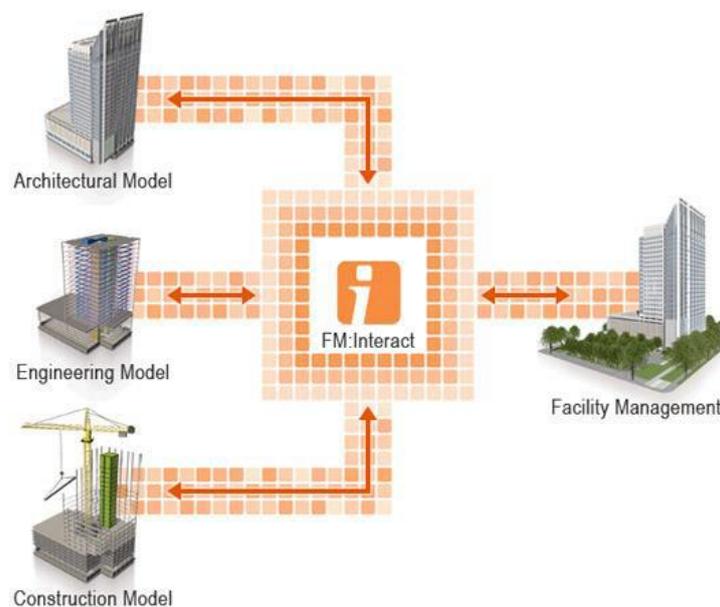


Figura 16: Integração dos componentes BIM no FM Interact (Khemlani, 2020)

Ainda existem aplicações que abrangem aspetos de sustentabilidade e impactos financeiros dos projetos. O FM:Systems fornece o FM:Interacts BIM *for the Building Lifecycle Integration* a fim de

promover a interligação entre o *software* Revit e o FM:Interact, o que propicia a troca de informações ao longo do ciclo de vida do edifício, tornando o trabalho simplificado pois, através de serviços *web* é possível gerir o inventário, ocupação, gestão de projetos e os planos de manutenção. O formato COBie pode ser utilizado como recurso a fim de permitir a troca de informação.

### **EcoDomus**

O EcoDomus é um fornecedor de soluções BIM-FM, que se baseia num ambiente de trabalho online, integrando diversos sistemas como o FM, modelos BIM, sistemas GIS, entre outros sistemas de automatização predial, o que possibilita ao gestor obter maior abrangência no que tange à gestão de ativos, tendo como premissa maior capacidade de análise dos dados operacionais. Para facilitar tal sistematização, o EcoDomus disponibiliza uma extensão para o Revit, *IBMMaximo*, Archibus, na qual, através da troca de dados, transfere automaticamente do *software* para uma página de internet o modelo 3D, bem como o conjunto de informações, de modo a que qualquer utilizador que possua conta e acesso à internet possa acrescentar informação ao modelo.

O EcoDomus dispõe de três produtos distintos: EcoDomus PM, EcoDomus FM e o COBie *Basic*. O primeiro visa integrar dados BIM em aplicação FM, dedicando-se à recolha e gestão de toda a informação criada durante as fases do ciclo de vida da edificação, enquanto o segundo centraliza-se na gestão em tempo real do edifício e seus ativos, agregando toda a informação obtida relativa à manutenção e operação, integrando os sistemas de maneira automática. O COBie *Basic*, por sua vez, auxilia as equipas a simplificar o processo de entrega ao longo do ciclo de vida. Todos os dados retirados do EcoDomus PM e COBie *Basic* podem ser inseridos no EcoDomus FM, fazendo a integração com sistemas e processos já utilizados na operação e manutenção de instalações (EcoDomus, 2020). A Figura 17 ilustra a ligação entre o *software* BIM e o FM através do EcoDomus.



Figura 17: Uso do EcoDomus na ligação BIM-FM (Khemlani, 2020)

## YouBIM

YouBIM trata-se de uma aplicação na qual o modelo BIM e toda informação pertinente ao modelo é inserida em uma aplicação online para o FM. Pelo facto de utilizar um ambiente 3D para navegar na instalação, as necessidades da manutenção podem ser mais facilmente identificadas e resolvidas com maior agilidade. Outro contributo relativo à utilização dessa ferramenta é a quantidade de informações que podem ser obtidas acerca do ambiente de manutenção, podendo fornecer informação à base de dados com o intuito de executar uma operação de manutenção programada que, juntamente com a informação acerca das falhas dos componentes, asseguram o funcionamento normal de toda a instalação, visto que podem ser inseridas na plataforma de dados dos fabricantes aos equipamentos.

Outra vantagem é a possibilidade de criar rotinas de manutenção preventiva individualizada ou através de agrupamento de equipamentos em simultâneo e, ainda, viabilizar a criação de um calendário a fim de associar as tarefas para cada membro da equipa. Tais informações ficam armazenadas e podem ser revistas sempre que preciso.

A facilidade de implementação do YouBIM é outra característica que pode ser percebida através da Figura 18. As informações obtidas através do modelo BIM são processadas para a base de dados 3D presente numa nuvem, de modo que, com acesso à internet, pode-se obter informações e utilizar, por completo, a ferramenta.

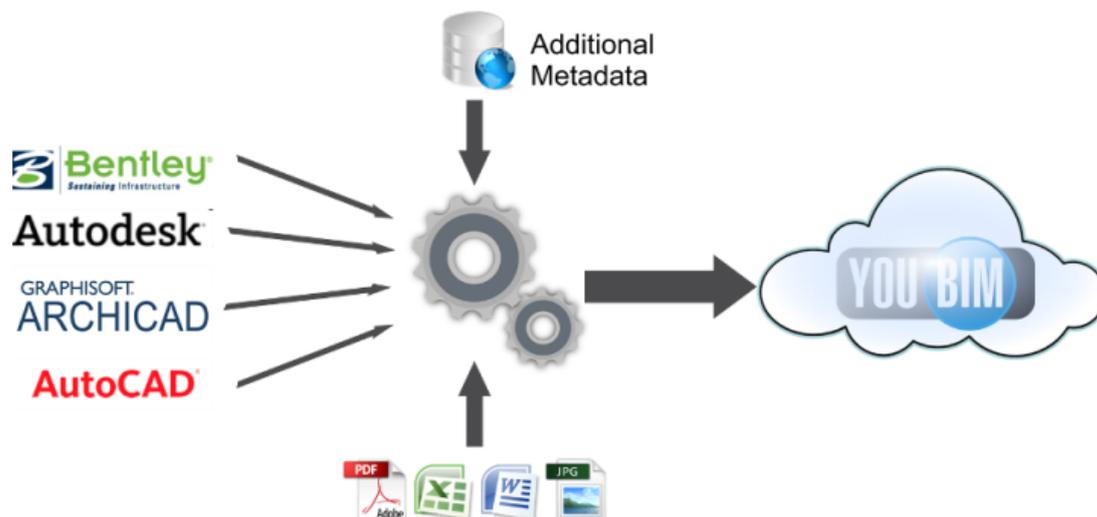


Figura 18: Processo de implementação YouBIM (YouBIM, 2016)

### ArchiFM

ArchiFM é uma ferramenta que auxilia na gestão das instalações baseada em processos computacionais. Pode interligar-se ao *software* BIM ArchiCad, bem como importar modelos criados em BIM através do formato IFC. Possui várias aplicações como o ArchiFM *Asset Planning*, ArchiFM *Maintenance*, ArchiFM *ProFM Reporting Services* voltadas para a gestão de ativos, espaços, contratos de instalação, manutenção, planeamento de atividades de manutenção e operação, controle de custos e criação de relatórios.

O ArchiFM.net é um sistema que apresenta algumas funcionalidades baseadas no ArchiFM, porém apresenta funções técnicas diferentes. Por se tratar de uma aplicação que pode ser executada em navegador *web*, não necessita de um *software* BIM para gerir as instalações, entretanto qualquer modificação é automaticamente atualizada no modelo BIM.

### Archibus

O Archibus é um *software* que tem por objetivo reduzir a complexidade dos sistemas inteligentes, potenciando o BIM, o GIS e Mobile, acelerando o processo de negócio e, tornando mais rápida a compreensão dos espaços, imóveis e operações. Suas funcionalidades permitem a ligação de ativos físicos e infraestrutura com detalhes de informações sobre condições e custos. As alterações podem ser facilmente planeadas, documentadas e geridas a partir de uma fonte única, garantindo um conjunto de informações para a tomada de decisões baseada em dados reais.

O Archibus possui um *add-in* para o Revit que favorece a interoperabilidade, quanto à passagem de informações, para a base de dados da empresa, permitindo acesso ao Archibus através do *software* Revit, além de favorecer a consulta de dados possibilitando a ligação simultânea de equipamentos, espaços, ativos e *stocks* para vários modelos de construção.

Criado para maximizar o retorno de companhias de investimentos e gerar estratégias de ocupação, o Archibus pode ser utilizado em instituições de saúde, imobiliárias, governamentais, educação entre outros setores, contando com tecnologias complementares a fim de tornar sua implantação rentável e indispensável à edificação. Algumas das principais funcionalidades deste *software* são: gestão de portfólio imobiliário de projeto e capital; planejamento e gestão de espaço; gestão de mudanças e de ativos; gestão ambiental e riscos; operações de edificação; serviços no local de trabalho; extensões tecnológicas. Tais funcionalidades representam os módulos do próprio *software* e podem ser adquiridos de maneira completa ou ainda na combinação destes atributos ou mesmo na escolha que mais encaixa de acordo com a necessidade, tornando-o mais acessível.

Relativamente aos benefícios da utilização deste *software*, podem ser destacados: a fiabilidade das informações permitindo tomar decisões mais assertivas em dados reais, além do acompanhamento do ciclo de vida dos móveis; maior flexibilidade na organização alinhando espaço de trabalho com as estratégias organizacionais através da integração bidirecional com o Revit ou Autocad; melhoria na eficiência operacional otimizando custos de produção e acesso ilimitado a dados, tarefas e processos.

Este *software* pode ser acedido de distintas formas, como por exemplo: *Web Central*, aplicações para dispositivos móveis, *Smart Client* e extensões para AutoCAD e Revit. A *Web Central* pode ser acedida de qualquer navegador de internet, por vários utilizadores que terão acessos limitados à permissão de acordo com a função desempenhada, facilitando o uso do programa e a não instalação em todas as máquinas. O *Smart Client*, entretanto, necessita ser instalado no computador e tem uma visualização mais simplificada, quando comparado com o anterior, sendo utilizado maioritariamente para transferência, inserção, importação e exportação de dados. Nas extensões para AutoCad e Revit, os utilizadores irão inserir, modificar e transferir dados dos projetos para o *software* do Archibus. Por fim, nas aplicações para dispositivos móveis, o usuário tem acesso à aplicação no servidor, mediante identificação, sendo caracterizada pela fluidez na introdução de informação.

### 3.7.3 *Construction Operations Building Information Exchange*

Sabe-se que, desde a fase de projetos e durante toda a execução da construção, tem-se muita informação acumulada e muitas vezes estas não se encontram organizadas num único documento, o que dificulta o acesso posterior, em caso de necessidade. O *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie) surge nesse contexto de organização e critério na ordem das informações, desde o projeto inicial até a entrega da obra, englobando todos os seus intervenientes através de folhas de cálculo unificadas, que auxiliam na gestão de instalações do proprietário, operações e manutenção, com o intuito de reduzir / eliminar custos com documentação na fase de construção e, melhorar a qualidade das informações otimizando-as para utilização do gestor de instalações. O COBie é, portanto, um padrão internacional para a troca de informações sobre ativos de instalação, utilizado para unir, compatibilizar e partilhar os documentos produzidos no processo de realização de uma obra, sobretudo informação não gráfica (East & Carrasquillo-Mangual, 2013).

Uma vez que não existe integração direta entre o BIM e o FM, devem ser usados padrões de troca de dados COBie. Tais dados devem ser fornecidos ao gestor de instalações, de modo a assegurar que a informação sobre a edificação seja transmitida de forma mais completa, sendo concebida para ser facilmente utilizada por todos os intervenientes (BIM Industry Working Group, 2011).

O intuito do COBie não consiste em criar informações novas, mas geri-las de modo que estas sejam facilmente encontradas. Para isso, torna-se necessário que exista um trabalho colaborativo entre os intervenientes de modo que cada colaborador exerça uma função e contribua com um tipo de informação. Os projetistas devem contribuir com dados como o layout de espaço, tipos, localização de equipamentos, lista de sistemas, entre outros. O fornecedor deve emitir dados referentes à marca do equipamento, número de série, modelo, garantia e informação de peças de reposição, por exemplo.

Após armazenar toda a informação, o COBie deve identificar todo o conteúdo de informações a capturar e trocar em cada fase do projeto visando minimizar o desperdício associado à documentação em papel. Devido à quantidade de intervenientes a utilizar diferentes *software*, deve-se ter em atenção que o parâmetro da interoperabilidade faz-se presente quando utilizado o COBie, visto que o utilizador final conseguirá importar a informação para o *software* de operação e manutenção do edifício em qualquer dos formatos, não representando modelos geométricos mas sim informações em texto e números.

Entretanto é importante frisar que ainda que o padrão COBie, através das folhas de cálculo, contenham informações gráficas e não gráficas a fim de fornecer informações do BIM para FM, não é capaz de representar dados completos sobre as atividades de manutenção. Tal facto proporciona a junção do modelo gráfico e parte dos dados não gráficos por parte dos modelos BIM, conjuntamente com outra parte de dados e documentação não gráfica oriunda de atividades de manutenção, normalmente, armazenados em CMMSs ou FMSs.

A norma PAS-1192:2013 enfatiza que um modelo de informação de ativos necessita incluir modelo gráfico, dados não gráficos, e documentação a fim de obter dados completos acerca de determinado edifício.

### 3.7.4 Implementação e normalização do BIM-FM

Em Portugal existem várias iniciativas de divulgação e implementação do BIM, como por exemplo a comissão técnica de normalização CT197-BIM, que representa o CEN/TC 442 em Portugal e o EU BIM *Task Group*. A normalização favorece a redução de custos para clientes e fornecedores, ajuda a criar negócios, aumenta a transparência do mercado e garante ao cliente que o(s) produto(s) / serviço(s) detenha(m) o adequado grau de segurança e respeito ao ambiente e qualidade. A comissão técnica CEN/TC 442 propõe a criação de normas, relatórios e especificações que implementem, definam e monitorizem o BIM, a fim de gerir toda a informação que é inerente a este. Já a CT197 é dividida em quatro subcomissões, tendo como membros diversas entidades e organizações. As subcomissões são: i) Plano de ação e maturidade (subcomissão 1), ii) trocas e requisitos de informação (subcomissão 2), iii) metodologias BIM (subcomissão 3) e iv) bibliotecas e objetos BIM (subcomissão 4).

O CEN/TC 442 visa harmonizar as iniciativas europeias relativas à normalização do BIM, contribuir para a inovação tecnológica da construção, potenciar uma construção mais sustentável, bem como um trabalho colaborativo estruturado e definir a implementação do BIM a nível europeu. No Reino Unido, com a direção da *buildingSMART Alliance*, a NBIMS, desenvolve normas para troca de informações na construção, com o intuito de criar um conjunto de modelos de produtos que podem ser utilizados por construtores, projetistas, proprietários e operadores, sendo a *buildingSMART Alliance* responsável pela adoção do formato IFC para a troca de dados BIM, durante o ciclo de vida do edifício.

O processo de implementação do BIM em Portugal deve ser pormenorizado com a devida atenção às questões legais, de modo a garantir a colaboração desejada por parte da indústria da construção sem que esta tenha de se preocupar com os desafios inerentes estes aspetos. Três parâmetros foram utilizados a fim de dar suporte a esta implementação. São eles:

- Modelo de gestão;
- Contratos;
- Propriedade intelectual.

No que concerne ao modelo de gestão, deve existir contribuição entre as partes, de modo a construir um modelo tridimensional único, que tenha o modelo de gestão adequado ao caso particular. Para tal é necessário ter acesso a informações específicas de segurança, arquivo, transmissão, entre outras, através da criação de um gestor modelo que permita tal controle. As responsabilidades e poderes do gestor devem ser estabelecidos previamente e, através de um protocolo claro, objetivo e bem definido para evitar possíveis conflitos.

Em relação aos contratos e, tendo como pressuposto as alterações que advêm da adoção do BIM, é de realçar que o ideal seria a criação de um novo modelo de contratos que visem criar protocolos de BIM através de um conjunto de alterações ao contrato principal idealizado, a fim de adequá-los. Tal facto permitiria a permanência dos habituais contratos, porém também poderia causar conflitos entre os protocolos no BIM e as cláusulas principais anteriormente estabelecidas e, para tal, torna-se necessário listar a ordem de prioridade entre o protocolo BIM e os demais documentos do contrato.

O direito e proteção de propriedade intelectual deve ser validado visando garantir que todos tenham tal direito salvaguardado acerca das contribuições que fazem. A empresa necessita obter uma sublicença em que será preciso cobrir todos os intervenientes do projeto BIM para permitir o acesso e utilização de cada contribuição no projeto. Entretanto pode surgir um conflito quando duas partes trabalhem para a mesma contribuição. Nestes casos, é possível atribuir a responsabilidade a um autor do elemento do modelo, que passa a ser responsável pelo nível do pormenor do elemento, bem como do conteúdo, obtendo o direito de rejeitar / aceitar quaisquer edições efetuadas, assim como a responsabilidade pelos erros advindos do mesmo.

Por fim, sabe-se que os benefícios advindos da utilização do BIM são superiores aos riscos de utilização deste. As questões legais podem ser ultrapassadas e os problemas facilmente solucionados e adaptados aos diversos contratos do mercado.

### 3.8 Síntese do capítulo

Neste capítulo são abordados os conceitos em torno da metodologia BIM, sua utilidade, níveis de desenvolvimento, grau de maturidade, interoperabilidade e relações paramétricas. A metodologia BIM-FM é explorada e os seus fundamentos são elencados através da investigação dos seus benefícios, sendo explicitado como unir os dois conceitos supracitados, os pormenores aquando da sua utilização, os *software* que podem ser usados em conjunto e os aspetos pertinentes à implementação e normalização do contexto BIM-FM.

Na última secção do capítulo é abordada a configuração dos ficheiros COBie e a folha de cálculo gerada por conseguinte, bem como sua utilidade e benefícios. No capítulo seguinte será abordada a metodologia e o caso de estudo presente nesse texto.

## CAPÍTULO 4: METODOLOGIA APLICADA

### 4.1 Notas preliminares

Segundo Olanrewaju, et. al. (2012), a percepção de promotores e empresas da construção civil acerca da importância da gestão de manutenção e dos seus contributos para o património edificado, tem vindo a ganhar cada vez mais destaque com o passar do tempo, sobretudo nas últimas décadas, quando os custos inerentes às novas construções se tornaram mais significativos. Tal contexto fez com que despertasse um maior interesse de empresas públicas e privadas no setor de FM que, embora compreenda várias áreas, conforme já relatado em capítulos interiores, tem na gestão da manutenção de instalações (FMM) a maior fração dos custos incorridos nas atividades de FM, chegando a comprometer cerca de 65% - 85% de importância inerente a esta atividade (Lavy et. al. 2014).

Torna-se iminente o desejo de empresas públicas e privadas em executar tais procedimentos com o intuito de conseguirem otimizar a utilização dos espaços de trabalho, diminuir os custos com manutenção e evitar maiores prejuízos decorrentes da má utilização / gestão dos ambientes nas edificações, facto que tem acelerado a implementação das práticas de FM a fim de manter as características físicas e garantir o desempenho elevado do edifício existente ao longo do seu ciclo de vida (Arditi et. al. 2002).

Através da avaliação do cenário português e, mediante o avanço de algumas empresas nacionais no setor de modelação BIM, dispondo de um ou mais departamentos dedicados a tais funções, decidiu-se por estudar o contributo que o BIM-FM pode gerar em ambiente empresarial, bem como quais as dificuldades que podem ser levantadas aquando da sua aplicação, sendo esta segmentada à gestão de manutenção preventiva e corretiva.

### 4.2 Caso de estudo

Tal como já foi referido, algumas empresas em Portugal já têm trabalho desenvolvido na temática abordada no conteúdo dessa dissertação e, com base nisto, o grupo Domingos da Silva Teixeira, grupo DST, uma dessas empresas, manifestou interesse em avançar com uma metodologia através de um teste modelo das suas próprias instalações. O grupo DST acredita que esta metodologia, aquando da sua implementação, deverá ser estendida a todas as instalações do grupo a fim de validar o método por completo e, posteriormente, construir uma base de dados

eficiente e realística para gestão de instalações, na qual se possa basear para gerar rotinas de manutenção, bem como otimizar os custos decorrentes de todo o processo.

Com este pensamento alargado, a DST, em contacto com a Universidade do Minho, UMINHO, levantou a problemática para que pudesse ser desenvolvido um trabalho de investigação que permitisse o estudo do seu parque edificado de modo a elucidar as dificuldades e a viabilidade de implementação do FM nas suas instalações e gerar benefícios advindos da diminuição de custos de manutenção e facilidades de planeamento de manutenção e logística nas suas instalações.

Dada a dimensão do parque edificado, bem como a complexidade de reprodutividade em ambiente BIM de toda a sua construção e especialidades, foi necessário optar por uma parte do todo devido à limitação de tempo e enquadramento resoluto deste documento e, para tal, foi estabelecido focar o estudo num pavilhão logístico, constituído por 2 volumes distintos, tendo como propósito validar as argumentações e necessidades da DST, a partir da modelação, em ambiente BIM do mesmo, bem como gerar dados interoperáveis entre o ambiente BIM e o *software* a utilizar para gestão de manutenção, para além de planear rotinas de manutenção preventiva e corretiva, tendo como especialidades em questão o projeto arquitetónico do mesmo.

Para a modelação necessária para o desenvolvimento do caso de estudo procedeu-se à utilização do *software* Autodesk Revit 2020, versão estudante, para as especialidades de arquitetura e estruturas. O que motivou a escolha desse *software* foi o facto de a empresa em questão o utilizar para a modelação, o que favorece a posterior utilização deste trabalho e inserção do próprio modelo na sua base de dados, bem como o facto de a universidade disponibilizar uma versão para estudantes.

Para a interação voltada para a gestão de instalações optou-se por utilizar o *software* Archibus V24, escolha norteada por ser de fácil interação com o Revit, sendo utilizado a partir de um *plugin* no próprio *software* de modelação. Todo o procedimento e metodologia aplicada neste estudo pode ser reproduzido para os demais edifícios, bem como para as demais especialidades, reservadas as suas particularidades.

#### 4.2.1 Caracterização do edificado

Situada na Rua de Pitancinhos, Aptd. 208 Palmeira, a sede da DST é o objeto de estudo em questão, mais especificamente um edifício que funciona como armazém. O complexo do centro de produções da DST compreende uma área total de 24.440 m<sup>2</sup> sendo composta por diversos

departamentos e empresas contidas neste mesmo ambiente. Na Figura 19 identifica-se a localização da sede do grupo DST.



Figura 19: Vista aérea – sede grupo DST (GoogleMaps 41.58791292167197, -8.417969940780877)

Os 2 volumes em estudo referem-se a pavilhões logísticos da empresa em questão e serão denominados como edifício A e edifício B. O edifício A é composto por um pavimento térreo e cobertura tendo o seu interior subdividido em: armazém de geotecnia, com 641,17 m<sup>2</sup>; armazém de equipamento ligeiro, com 319,34 m<sup>2</sup>; cais de carga e descarga coberto, 356,13 m<sup>2</sup> e armazém geral com 331,47 m<sup>2</sup>. Assim, contabiliza-se aproximadamente 1.621,11 m<sup>2</sup> de área construída.

O edifício B por sua vez, possui dois pavimentos e conta com o rés-do-chão e primeiro piso. O rés-do-chão possui: sala para escritório, com 29,03 m<sup>2</sup>; armazém DTE, com 726,53 m<sup>2</sup>; sala de manutenção, 137,67 m<sup>2</sup>; sala de pintura e armazém de serralharia ligeira, que juntos totalizam 214,52 m<sup>2</sup>. Possui ainda balneário e casas de banho, com 60,43 m<sup>2</sup>, armazém de gases florados, com 40,43 m<sup>2</sup>, além de salas de formação, topografia com 81,93 m<sup>2</sup> e 73,38 m<sup>2</sup>, respetivamente e armazém solar com 265,49 m<sup>2</sup>, compreendendo uma área útil de 1.363,92 m<sup>2</sup> apenas no rés-do-chão. O pavimento superior possui: sala para os encarregados, com 85,02 m<sup>2</sup>; além de três salas de apoio denominadas como: sala 1, com 67,73 m<sup>2</sup>; sala 2 com 30,58 m<sup>2</sup> e sala 3 com 55,50 m<sup>2</sup>; casas de banho com 11,73 m<sup>2</sup> e hall de entrada com 10,07 m<sup>2</sup>. O edifício B tem,

portanto, uma área útil de 1.624.55 m<sup>2</sup>, totalizando os dois pavimentos descritos. A Figura 20 apresenta a planta de implantação dos dois pavilhões.



Figura 20: Planta de implantação de pavilhões logísticos (Acervo da DST)

Vale a pena salientar ainda que, parte dos pavilhões logísticos já existiam e foram ampliados. Todas as medidas de áreas, bem como tudo o que for retratado neste capítulo, será pertinente ao parque edificado atualizado, bem como as compatibilizações resultantes deste processo. Os pavilhões estão em operação e têm a sua estrutura constituída em estrutura metálica com envolvente exterior em chapa ondulada. Como camada interior da envolvente e paredes divisórias tem-se paredes em tijolo aparente. O pavimento interior do rés-do-chão é composto por betonilha industrial e para o edifício B, a laje do primeiro piso é composta por um pavimento em betão com 15 cm e a camada subjacente é em betonilha industrial com 5 cm de espessura.



Figura 21: Vistas do edifício A e B (foto do autor, 05 nov. 2020)

De acordo com o exposto anteriormente, entendeu-se que a primeira especialidade a ser estudada será a arquitetura, visto que em todos os contextos esta é a primeira especialidade a ser idealizada e modelada e, como o principal critério do documento é estabelecer as relações no contexto do BIM-FM, os passos a serem utilizados nesta componente, deverão servir como parâmetro para as subsequentes especialidades e edifícios.

#### 4.2.2 Desenvolvimento/etapas do projeto

Para o desenvolvimento deste trabalho foi necessário cumprir algumas etapas a fim de sequenciar toda a fase metodológica. Logo após a escolha do caso de estudo, pelos motivos já ressaltados nos capítulos anteriores, tornou-se necessário avançar com o levantamento de dados com o intuito de permitir a melhor tomada de decisão e cumprir com os objetivos pré-estabelecidos. Abaixo segue a sequência de atividades a executar:

- **Recolha de informações** – Levantamento de projetos do objeto de estudo e avaliação de informações e componentes obtidos;

- **Modelação de especialidades** – Modelação de especialidades, criação/adequação de famílias para gerar dados interoperáveis;
- **Estruturação de informações padrão COBie** – Preparação de informações e organização para gestão de dados e exportação em folha de cálculo Excel através de dados COBie;
- **Importação de informação para software Archibus** – Alinhamento de dados e importação de ficheiros gerados no Revit para *plug-in* Archibus;
- **Estruturação de processos para otimização e alinhamento de manutenção preventiva e corretiva** – Elaboração por meio de consulta a histórico de manutenção do pavilhão e inserção em *software* para manutenção preventiva e corretiva;
- **Avaliação do sistema e discussão dos resultados** – Avaliação de resultados obtidos e discussão do mesmo através da análise dos *outputs* gerados.

Para tal, será utilizado o *software* de modelação Revit 2020, versão estudante. A Figura 22 retrata o fluxograma simplificado utilizado nesta dissertação. Em princípio, pretende-se usar o ficheiro original da DST importado em IFC como base para execução do modelo arquitetónico e posterior catalogação de dados. Como *software* FM tem-se o Archibus versão 25.2, no qual, serão inseridas todas as informações arquitetónicas, bem como o ficheiro 2D do modelo, seguido de posteriores catalogações de ações de manutenção preventiva e corretiva de acordo com os recursos oferecidos pelo próprio Archibus.

Todos os processos de organização de dados de edifícios empresariais demandam tempo, organização e posterior aplicação e, para tal, essa metodologia será dividida, conforme organograma abaixo e, através de passos de obtenção de informações, por parte da empresa, estruturação dos modelos, em conformidade com o *as is*, catalogação de informações, através do ficheiro COBie, originando um padrão de informações para a empresa e, posterior organização para o *software* FM. Em seguida será aplicada a manutenção preventiva e corretiva a fim de avaliar os benefícios oriundos da utilização desta metodologia em detrimento do tradicionalmente utilizado.

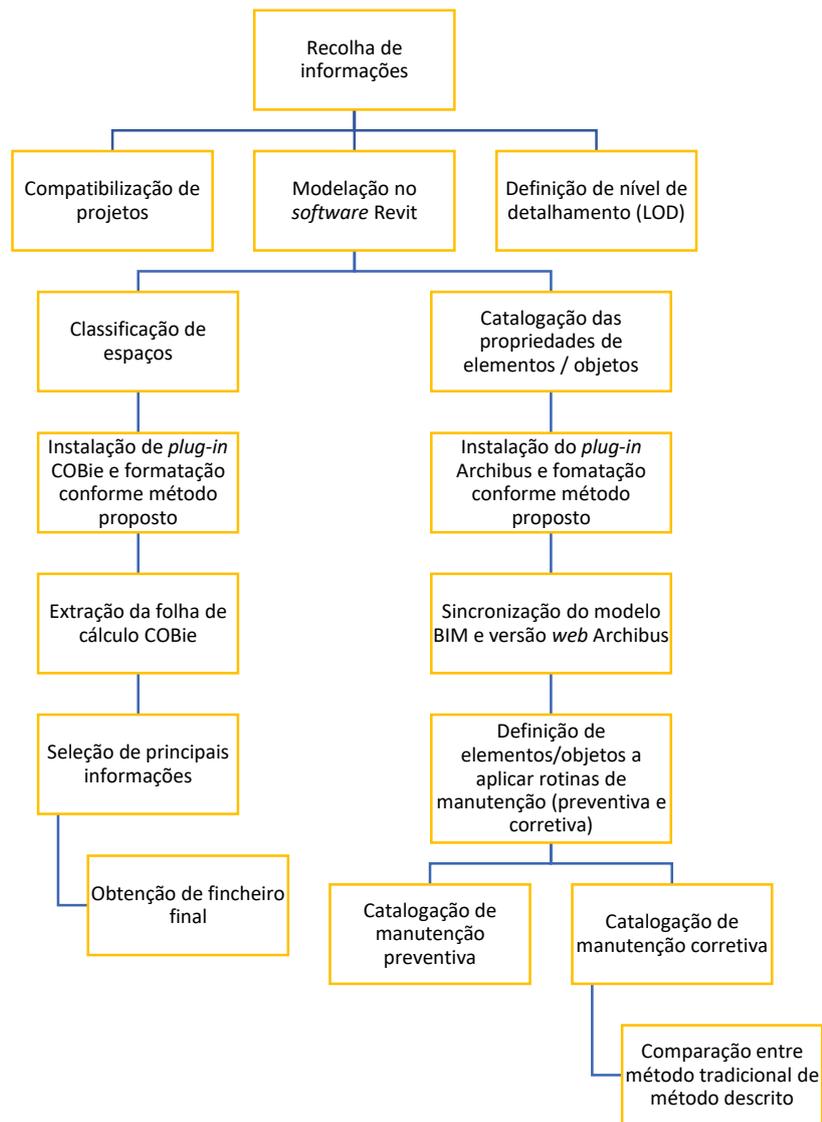


Figura 22: Fluxograma idealizado para a dissertação (Elaborado pelo autor)

### 4.3 Recolha de Informações

Sabe-se que existe uma forte ligação entre a fase de projeto e construção e a fase de manutenção. Se o processo de planeamento da manutenção do edifício for pensado em simultâneo com a fase inicial de projeto e construção, os cronogramas de manutenção podem ser planeados antecipadamente e os respetivos custos podem ser minimizados através de previsões mais eficazes tornando o processo mais fluido e eficiente.

Para o caso de estudo em questão foi necessário levantar uma série de informações, tais como: histórico de intervenções, projetos, nível de deterioração da edificação e objetivos pretendidos, a fim de se estabelecer uma relação de origem com o património edificado e estipular as delimitações e enquadramento deste trabalho.

Por se tratar de uma edificação nova, no âmbito das informações e históricos de intervenções/manutenção, não houve muitos dados que permitissem uma estruturação mais robusta. A nível de projetos, foi possível obter a arquitetura em formato DWG, bem como os ficheiros no formato IFC da especialidade de estruturas. A informação necessária para a caracterização do estado atual do edificado será detalhada nos tópicos subsequentes. As Figura 23 e Figura 24 representam o desenho geométrico tridimensional da especialidade de estruturas e a planta do rés do chão do modelo arquitetónico, respetivamente, ambas obtidas por parte da equipa técnica da DST.

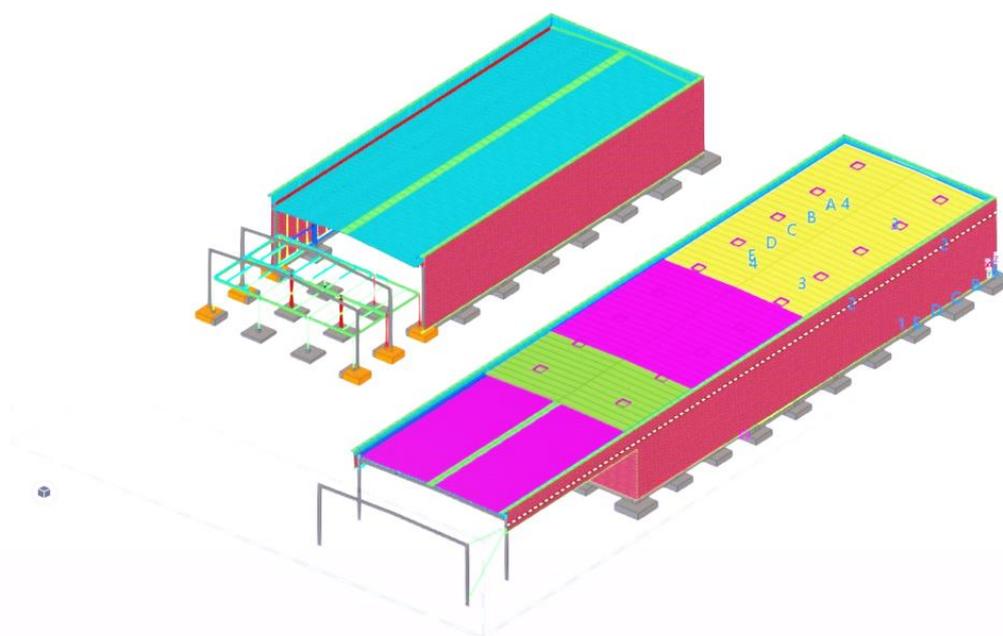


Figura 23: Planta estrutural 3D edifícios A e B (Acervo da DST)

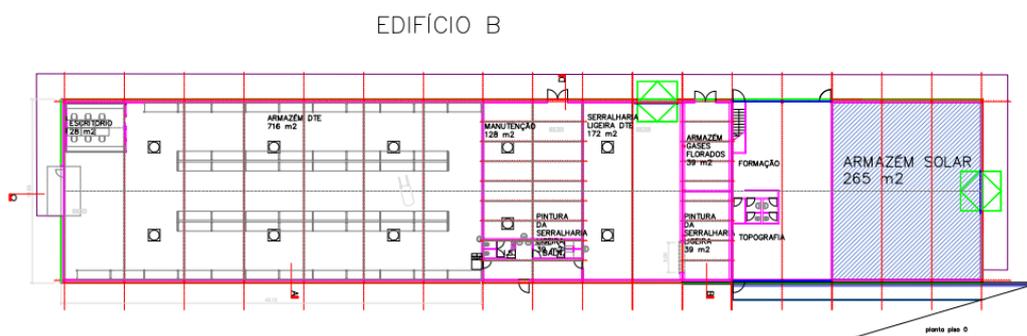
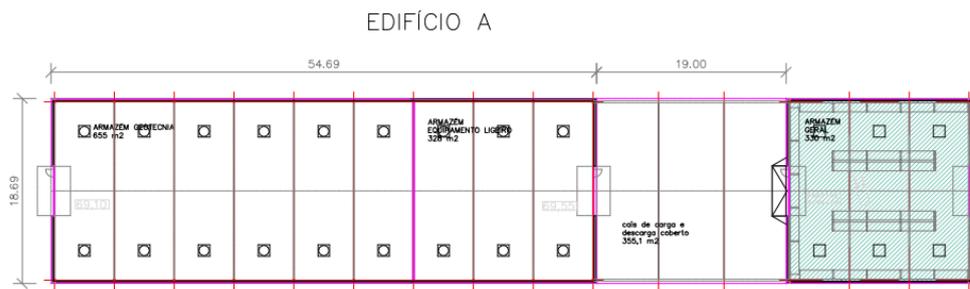


Figura 24: Pavimento térreo dos edifícios A e B (Acervo da DST)

#### 4.4 Modelação de especialidades

Após efetuada a análise aos projetos de arquitetura e estabilidade estrutural, foi necessário a converter toda a informação num formato único de forma a facilitar a gestão da manutenção em etapa posterior. Para tal, foi necessário perceber qual o nível de detalhe que o ficheiro em IFC, planta de estruturas, possuía e, após tal avaliação seria necessário modelar a arquitetura no *software* Revit para permitir as posteriores exportações de dados que seriam realizadas.

A troca de informações entre diferente *software* ou modelos é um dos maiores desafios da indústria da construção civil no processo de uma colaboração integrada entre as equipas de projetos. Muitos esforços têm sido realizados para estabelecer protocolos e padrões de boas práticas para esta finalidade. Entretanto, apesar de todo o avanço já conseguido, não se obteve até o momento, um modelo em que fosse necessário inserir dados uma única vez em sistemas digitais e os mesmos ficassem instantaneamente disponíveis para todos os interessados, através de tecnologias de informação; ou mesmo em torno do cenário ideal em que a troca digital de dados, a gestão e o

acesso se tornassem fluídos e contínuos, simultaneamente. Atualmente, são três os métodos/protocolos de intercâmbio de informações entre *software* BIM:

- ***Formatos proprietários*** – Processo de troca de dados, criados especificamente para viabilizar a comunicação entre dois *software* distintos, não sendo utilizado para a interação com outro sistema. Possuem como característica base formatos em alta qualidade e geralmente, sem inconsistências ou perdas de dados. Alguns exemplos de formatos proprietários são o: DXF (*Data Exchange Format*), SAT definido pela *Spatial Technology*, STL para esterolitografia e o 3DS (3DStudio) definidos pela *Autodesk*;
- ***Formatos públicos para segmentos específicos*** – Tem como peculiaridade viabilizar o intercâmbio de informações por meio de *software* aparentemente independentes permitindo que os mesmos comuniquem mutuamente, desde que os mesmos possuam tradutores escritos para interpretar os dados nos formatos nativos. Um exemplo compatível para este intercâmbio em estrutura metálica é o formato CIS/2 CIM (*Steel Integration Standard*), que foi concebido especificamente para a troca de dados digitais relacionados com as informações de projetos de estruturas deste género e, como tal, é considerado um dos mais fiáveis tradutores para este segmento.
- ***Formatos abertos e públicos*** – Enquadra-se neste tópico o IFC (*Industry Foundation Classes*), já identificado anteriormente. Trata-se de um formato de arquivo de dados neutro, aberto, padronizado e público, voltado para objetos 3D, importante para descrever, compartilhar e trocar informações utilizadas na construção civil e também no setor de gestão de ativos e de manutenção. O formato IFC é certificado pela ISO (16739:2013) sendo utilizado para viabilizar a interoperabilidade e o trabalho colaborativo na plataforma BIM.

De acordo com o explicitado acima, para desenvolvimento deste trabalho, optou-se pelo formato de troca de dados em BIM, o IFC, utilizado por parte da empresa em questão, a DST, para o modelo de estruturas e, o projeto em DWG da especialidade arquitetura. Percebeu-se que, em relação à estrutura o mesmo não possuía o formato proprietário e, para tal, não foi possível aceder às características de elementos/materiais, componentes e famílias utilizadas no projeto, pois as informações não estavam disponíveis no ficheiro, limitando-se ao modelo 3D gerado pelo mesmo.

#### 4.4.1 Arquitetura e estrutura

Em relação à especialidade de arquitetura, esta foi modelada utilizando o *software Autodesk Revit* 2020. Vale a pena salientar que a modelação da arquitetura teve como base o projeto arquitetônico enviado em formato DWG e foram realizadas compatibilizações com o projeto estrutural enviado em formato IFC. Para tal, primeiramente foi feita a importação do arquivo de estrutura em IFC, bem como o DWG existente para servir como base de referência para a modelação. Ambos os arquivos foram inseridos de acordo com os comandos (*insert – Link IFC*) e (*insert – Import CAD*) conforme se pode ver na Figura 25.

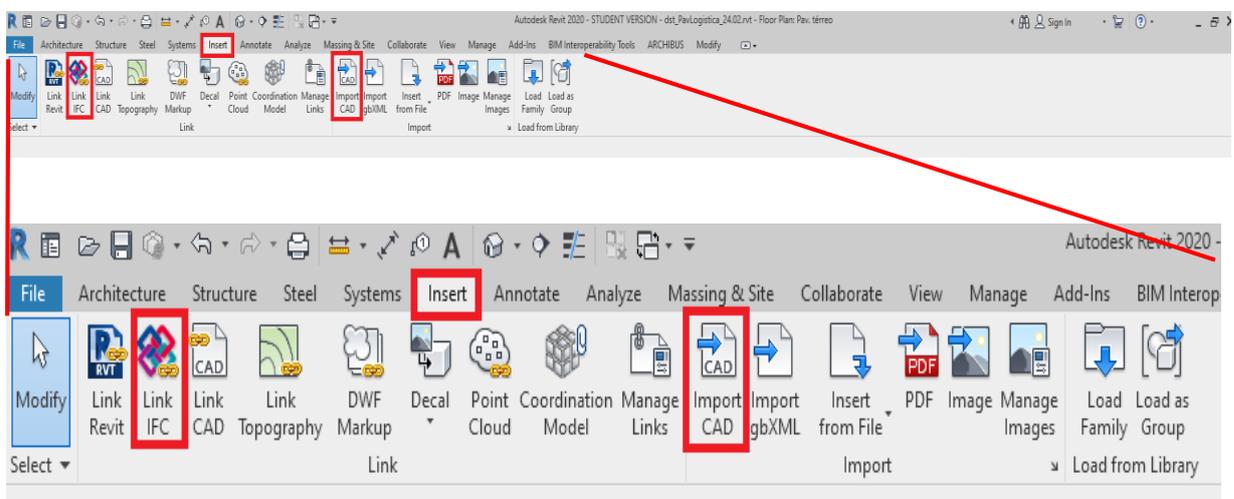


Figura 25: Importação de DWG e IFC (Elaborado pelo autor)

O resultado de tais importações pode ser visto na Figura 26.

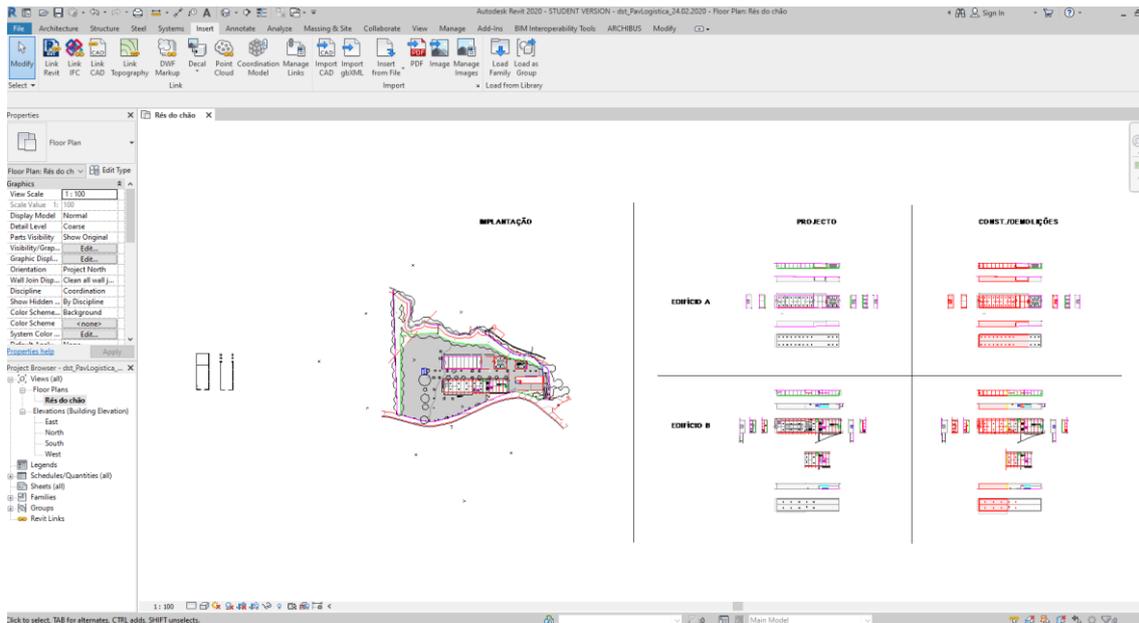


Figura 26: Importação de estrutura e arquitetura (acervo da DST)

Logo após a importação dos ficheiros, seguiu-se para uma análise do que havia sido importado a fim de verificar se ambas as especialidades, arquitetura e estruturas, eram compatíveis entre si. Através dessa análise foi possível perceber algumas diferenças, causadas pelo facto de o projeto de estruturas não apresentar uma versão atualizada e completa do edifício em questão. Como mencionado anteriormente os pavilhões foram alvo de ampliação, sendo a especialidade de arquitetura atualizada de acordo com as novas especificações, enquanto que as estruturas não o foram. Este facto originou inconsistências óbvias que tiveram de ser levadas em consideração neste trabalho.

A primeira inconsistência estava relacionada com as diferenças de comprimento entre o elemento estrutural, quando comparado com o modelado na arquitetura, ou seja, o pavilhão, de acordo com o projeto de estruturas, tem menor comprimento do que o que se verifica no modelado arquitetonicamente, conforme pode ser visto nas indicações (em setas) na Figura 27.

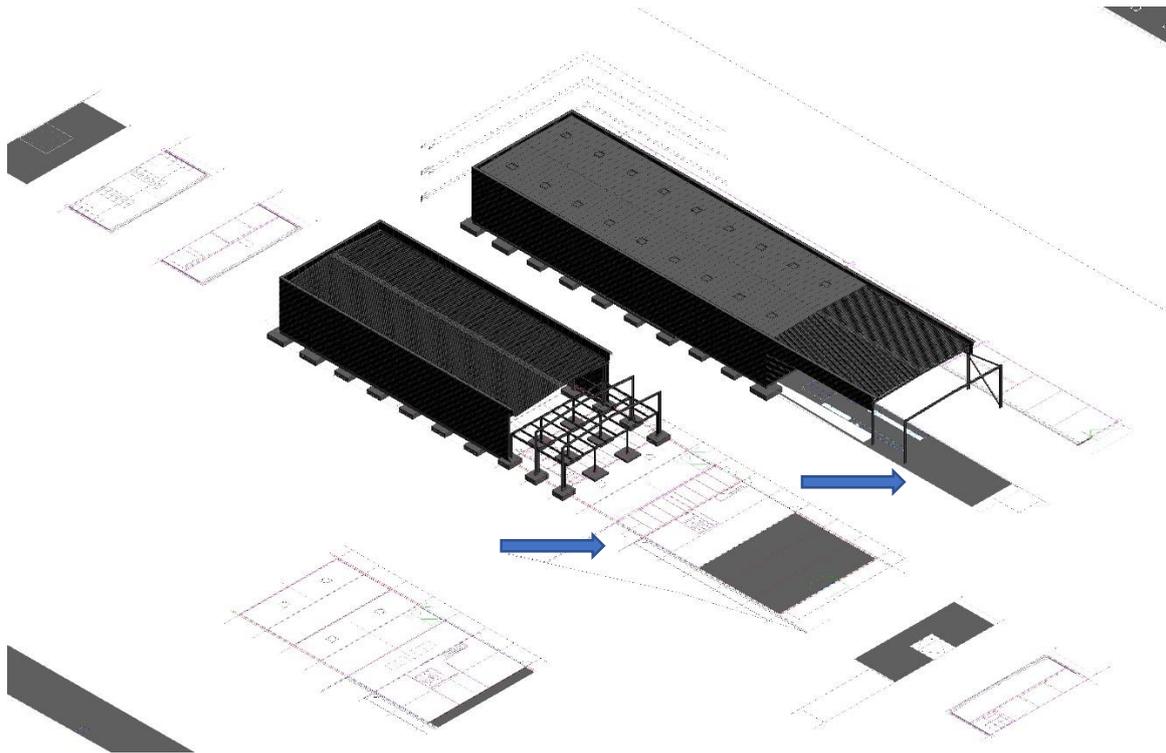
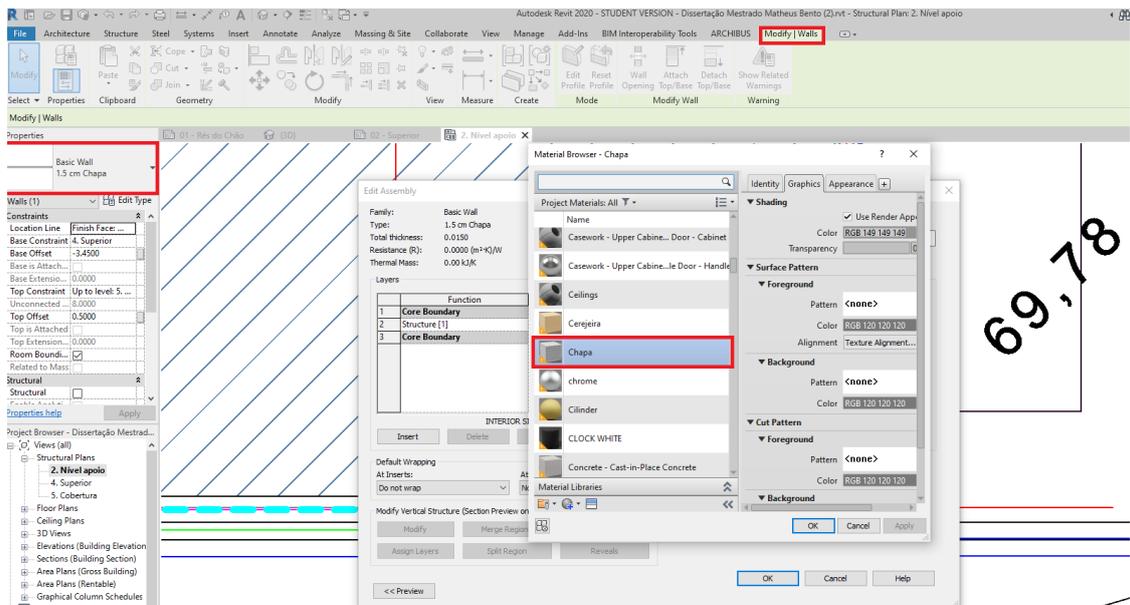


Figura 27: Imagem retirada do software Revit de estrutura e arquitetura justapostas (Acervo da DST)

Para este caso específico, foi preciso ter maior atenção acerca da modelação, visto que, foi necessário editar as informações da categoria e família da parede. A categoria editada foi a parede e a família parede básica, sendo escolhido um tipo que pudesse ser utilizado como elemento exterior a fim de compor o que faltava da peça metálica restante. A Figura 28 abaixo retrata o procedimento adotado através da duplicação de paredes básicas e configuração de um novo tipo com a escolha de material em chapa metálica para o devido complemento em questão.



69,78

Figura 28: Duplicação de parede e configuração de envoltório exterior em chapa metálica (Elaborado pelo autor)

Outras incompatibilidades foram notadas, contudo, não tinham grande impacto para o que se pretendia abordar neste trabalho e, para tal, foi adotado o modelo “*as is*” para tal estudo.

Uma vez consideradas tais adaptações no projeto, deu-se prioridade à modelação dos edifícios através dos comandos na *Ribbon*, na aba *architecture* do próprio Revit para proceder com os contornos inerentes a cada espaço, sala e segmentações do mesmo, tais como paredes e portas, por exemplo.

No decorrer da execução do projeto, outros componentes também foram criados a fim de constituir as demais famílias referentes ao projetado. Foi o caso do elemento piso, projetado e executado em pavimento industrial, betonilha. O mesmo foi inserido através da aba *architecture*, *componente*, através de uma biblioteca do próprio *software*, de acordo com os passos seguintes, conforme Figura 29 abaixo.

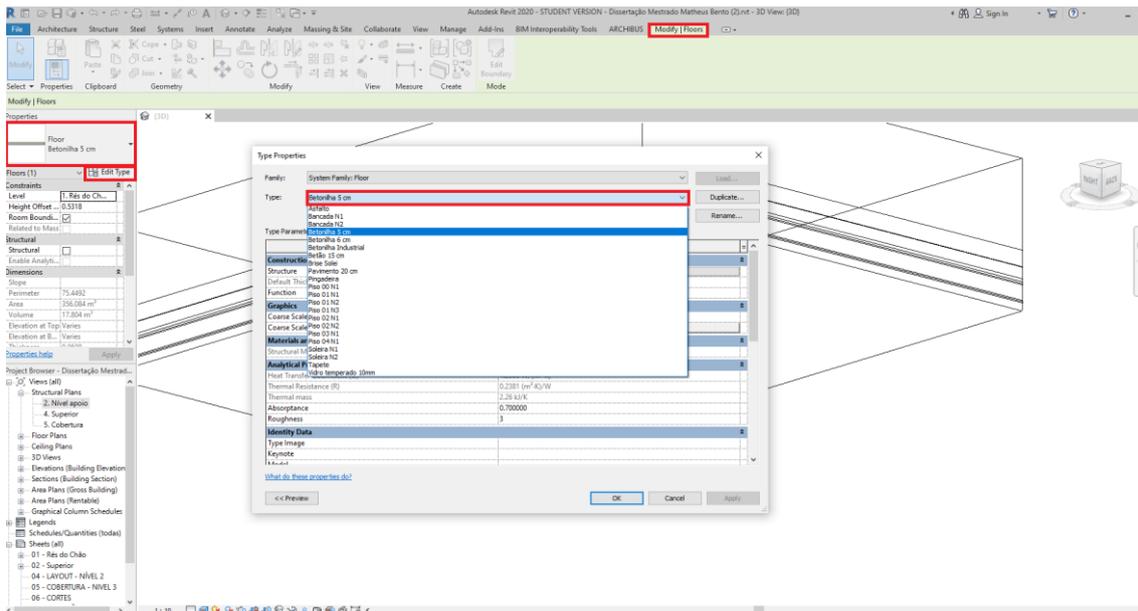


Figura 29: Inserção de pavimento em betoneira 5 cm (Elaborado pelo autor)

Depois de terem sido ajustadas todas as incompatibilidades, o modelo arquitetônico foi finalizado de acordo com os projetos iniciais e levou em conta algumas adaptações de acordo com o que foi construído, mas que não originaram perda de informações no âmbito da continuidade do trabalho. Após inserir as cotas e níveis, bem como todos os componentes necessários, incluindo mobiliário foi necessário identificar os ambientes e nomeá-los de acordo com o seu uso, conforme representado no projeto arquitetônico. A tela final deste processo pode ser vista na Figura 30 e Figura 31, enquanto a sua representação tridimensional encontra-se representada na Figura 32.



Figura 30: Rês do chão retificada dos edifícios A e B (Elaborado pelo autor)

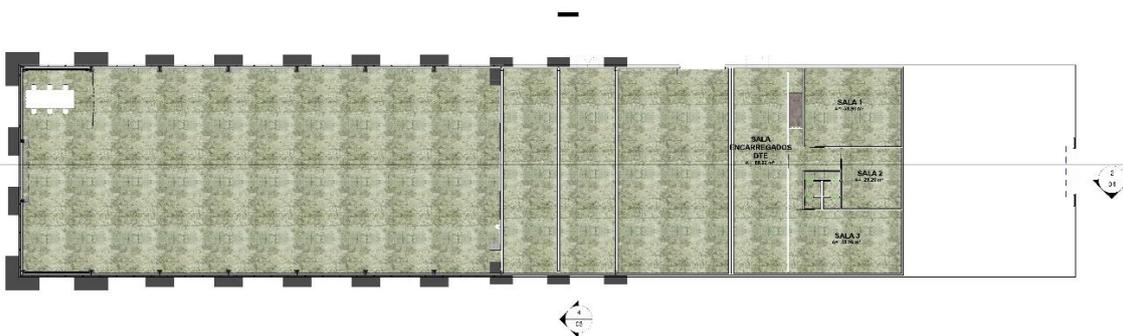
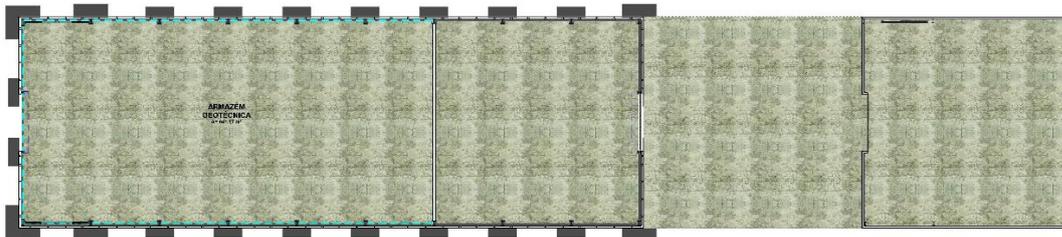


Figura 31: Piso 1 retificado dos edifícios A e B (Elaborado pelo autor)

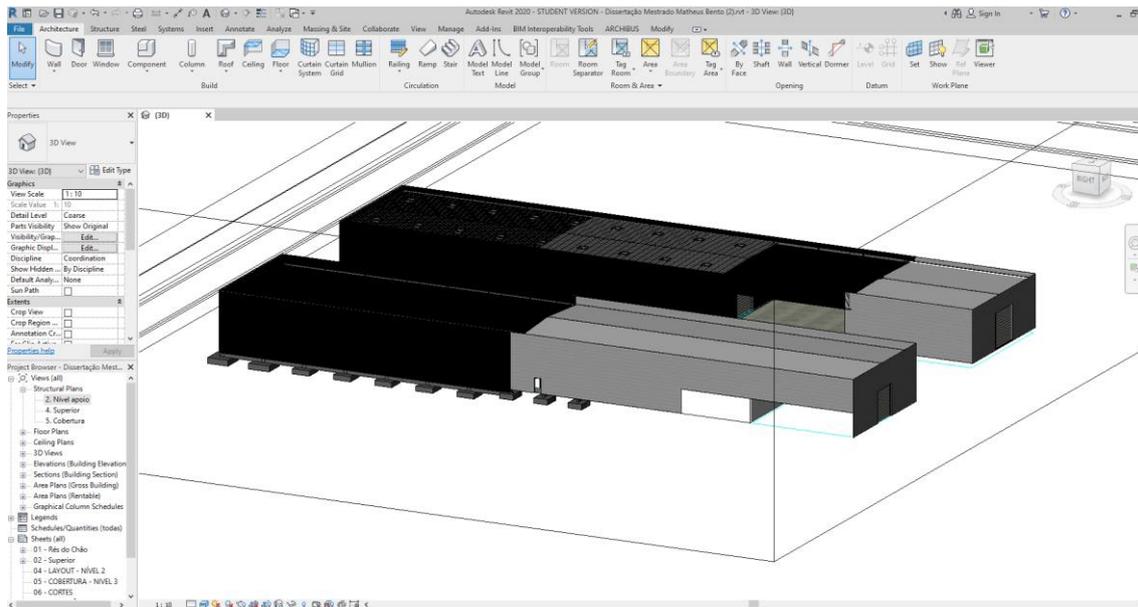


Figura 32: Modelo 3D retificado dos pavilhões A e B (Elaborado pelo autor)

#### 4.5 Estruturação padrão COBie

Uma vez que os pormenores do projeto foram ajustados em formato BIM, o próximo passo deu-se através da organização das informações para evolução da etapa de gestão. Nomeadamente, o formato COBie auxilia na gestão, uma vez que, após a folha de cálculo ser finalizada é possível obter uma lista com todos os materiais, ambientes, zonas, com as suas elevações e características pertinentes à fase de operação e manutenção do património edificado, sendo possível editá-las a fim de otimizar toda a escala do processo e viabilizar a concentração de informação em formato de ficheiro em Excel, onde toda e qualquer alteração no projeto, quer seja em elementos construtivos, materiais ou áreas úteis possa ser reproduzida e atualizada no ficheiro em questão, sem perda de dados, de forma automática (Figura 33).

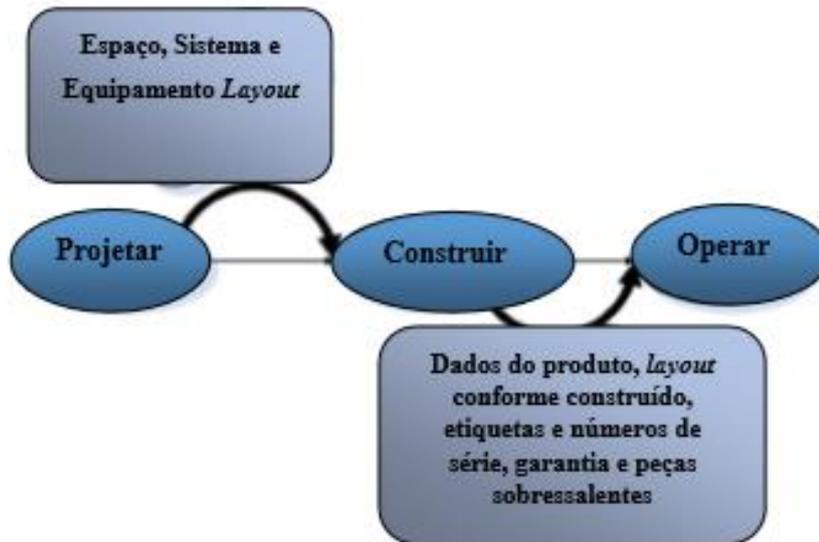


Figura 33: Processo de organização de informações COBie (Adaptada de The COBie Guide v05, 2013)

É necessário, portanto, utilizar uma metodologia para conseguir exportar os dados do *software* Revit para um ficheiro em Excel. Ver-se-á, no final deste subtópico que, as folhas de cálculo geradas podem ser extensas e podem prejudicar toda a otimização que se pretende e, portanto, cabe ao gestor de FM ser criterioso em selecionar o que realmente é útil para continuar o processo que virá a seguir de gestão da instalação. Vale a pena ressaltar que, no documento em questão, utilizar-se-ão apenas os componentes, zonas e elementos constituintes do modelo arquitetónico para exportação das referidas folhas de cálculo. Apenas um elemento (caleira), que por padrão pertence ao projeto de instalação hidráulica, foi acrescentado ao modelo arquitetónico com o intuito de servir como base para manutenção preventiva na subsecção 4.7.1

#### 4.5.1 Sistema de classificação

A utilização do COBie no Revit é possível através da instalação de um *Add-in*, *COBie Toolkit for Autodesk Revit*, que simplifica a exportação da informação para o ficheiro em Excel. Para que as informações fiquem organizadas é necessário que alguns passos sejam realizados no Revit até à obtenção das folhas de cálculo.

Antes de iniciar o tratamento de dados e organização das informações é indispensável determinar o sistema de classificação de elementos que será utilizado. Esta etapa é essencial, pois a partir desta definição ficam estabelecidos os requisitos associados aos mais variados níveis de detalhe/informação para cada elemento/objeto do projeto. Esta consistirá na uniformização das

mesmas fazendo com que os mais variados intervenientes do processo de gestão de instalação possam comunicar-se através deste mesmo padrão pré-convencionado.

O Revit possui, na sua biblioteca, alguns sistemas de classificação, conforme figura abaixo. Esses sistemas de classificação podem ser encontrados no menu BIM *Interoperability Tools Setup* (Figura 34).

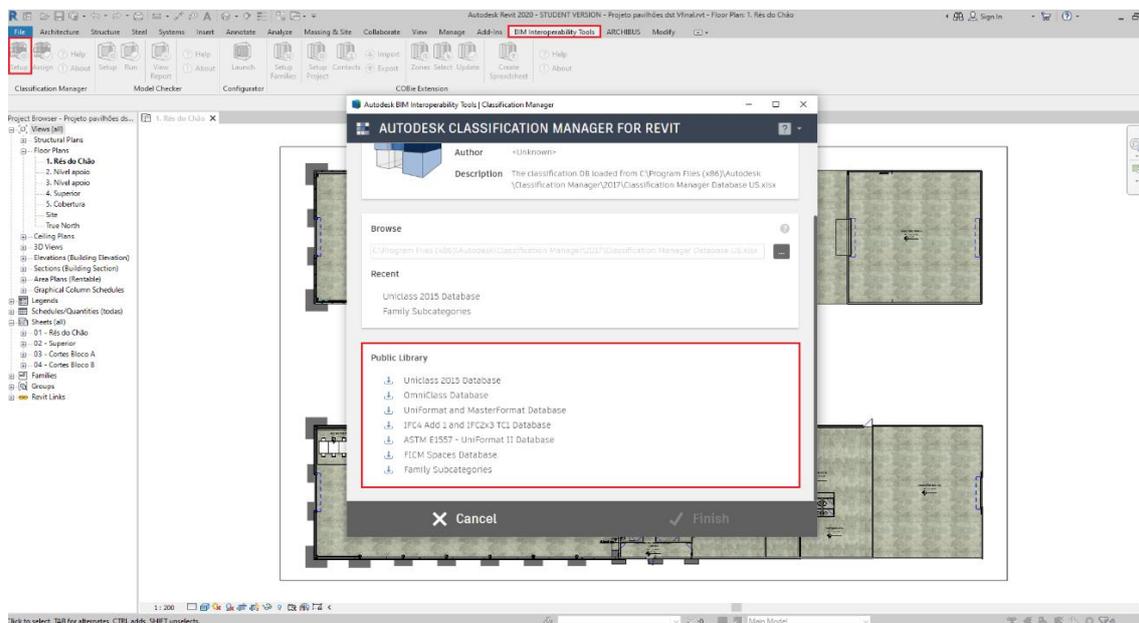


Figura 34: Sistemas de classificação do *software* (Elaborado pelo autor)

Originalmente, o Revit estabelece o sistema *Omniclass* como padrão pré-definido dentre os sistemas de classificação listados acima. Para o trabalho em questão, tomou-se como prerrogativa a escolha de um sistema que tivesse caráter transversal e que permitisse aplicação do mesmo durante todo o ciclo de vida do edificado, tendo aplicabilidade garantida, propiciando o trabalho colaborativo entre os diversos intervenientes da indústria AEC e que tivesse as suas bases permanentemente atualizadas.

Um dos sistemas que cumprem os requisitos citados é o *Omniclass*, contudo, trata-se de um sistema de classificação criado e instituído nos EUA (Estados Unidos da América) apresentando um padrão que representa as características construtivas do seu país de origem. Portanto, o sistema ideal a ser escolhido, que engloba todas as características necessárias, deveria ser um que retratasse o sistema construtivo português, especificamente. Apesar de alguns estudos já terem sido introduzidos, até à presente data, o sistema de classificação português ainda não foi desenvolvido na sua totalidade. Entretanto, proveniente do Reino Unido, existe o sistema de

classificação *Uniclass* que apresenta características semelhantes ao sistema *Omniclass*, com todas as especificidades necessárias e detém de um padrão construtivo mais próximo do utilizado em Portugal. Abaixo segue a Tabela 10 comparativa entre os dois sistemas de classificação, de acordo com as características dos mesmos.

Tabela 10: Comparativo de características dos sistemas de classificação Uniclass e Omniclass

Características	Uniclass	Omniclass
Definido segundo ISO 12006-2;	X	X
Passível de utilização em todo o ciclo de vida da edificação;	X	X
Recomendado pela BS 1192;	X	
Ampla abertura e abrangência;	X	X
Atualização permanente;	X	X
Desenvolvido em processo colaborativo com a indústria AEC;	X	X
Tabelas definidas hierarquicamente, com maturação progressiva de informações;	X	
Sistema de numeração lógico e flexível para acréscimos;	X	X
Possibilidade de apresentação de classificação de conteúdo por diferentes prismas;		X
Níveis de análise constantes;	X	
Compatível com sistemas-padrão de classificação internacionais;		X
Incorporação do Unifomat e Masterformat;		X
Versão melhorada do sistema original que permite melhor adaptação ao BIM.	X	

Para além das características listadas acima, ambos os sistemas ainda apresentam limitações. O sistema *Omniclass*, para além de contemplar o sistema construtivo norte-americano, que por estar em Portugal é uma característica desfavorável, apresenta um sistema de numeração inconsistente ao longo das tabelas, o que gera falta de uniformidade nas suas representações e não detém correspondência direta às tabelas propostas na ISO 12006-2, cuja prerrogativa principal é definir a estrutura para desenvolvimento de sistemas de classificação voltados para o ambiente

construído. Já o sistema *Uniclass* apresenta um menor número de tabelas, com apenas um prisma de classificação de conteúdo, quando em comparação com o *Omniclass* e não estabelece compatibilidades com outros sistemas de classificação.

Considerando as características supracitadas, qualquer um dos dois sistemas de classificação poderiam se escolhidos neste trabalho, ainda que com as suas limitações. Entretanto, dois fatores foram preponderantes para a escolha: o primeiro por se tratar de um padrão construtivo compatível com Portugal, o segundo pela recomendação de utilização por parte da BS 1192, a qual institui o método de colaboração para a gestão eficaz da produção, distribuição e qualidade de informação na construção civil e dos sistemas. Portanto, ao reunir os dois contributos citados, o sistema de classificação *Uniclass* foi utilizado como padrão neste documento.

#### 4.5.2 Configurações iniciais de dados COBie

Uma vez escolhido o sistema de classificação, deve-se continuar com as configurações a fim de se obter a tabela desejada com as informações pertinentes aos ambientes projetados. Como parte essencial desta metodologia, será apresentado neste subtópico uma versão mais detalhada dos passos seguidos para chegar à folha de cálculo final exportada do ficheiro COBie em Excel da presente dissertação, a fim de auxiliar e justificar as decisões tomadas ao longo desta. A Figura 35 retrata a aba de configurações do *plug-in* COBie no Revit.

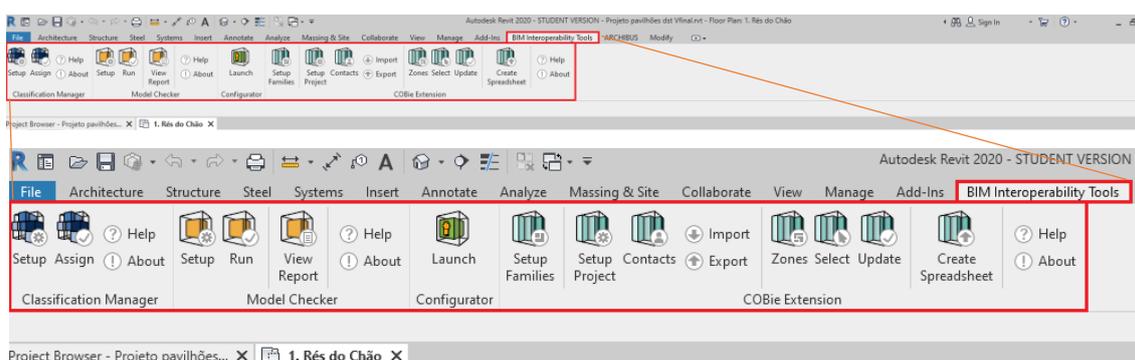


Figura 35: BIM Interoperability Tools (*plug-in* para *software* Revit 2020)

Como referido no subtópico anterior, o sistema de classificação adotado no presente texto é o *Uniclass* 2015 e a sua configuração é escolhida no primeiro ícone do lado esquerdo, *setup*, de acordo com a Figura 35. Ao ser selecionado tal sistema, o banco de dados deste é adicionado ao projeto em causa e todas as demais configurações serão baseadas de acordo com tal seleção. A Figura 36 retrata a escolha do sistema.

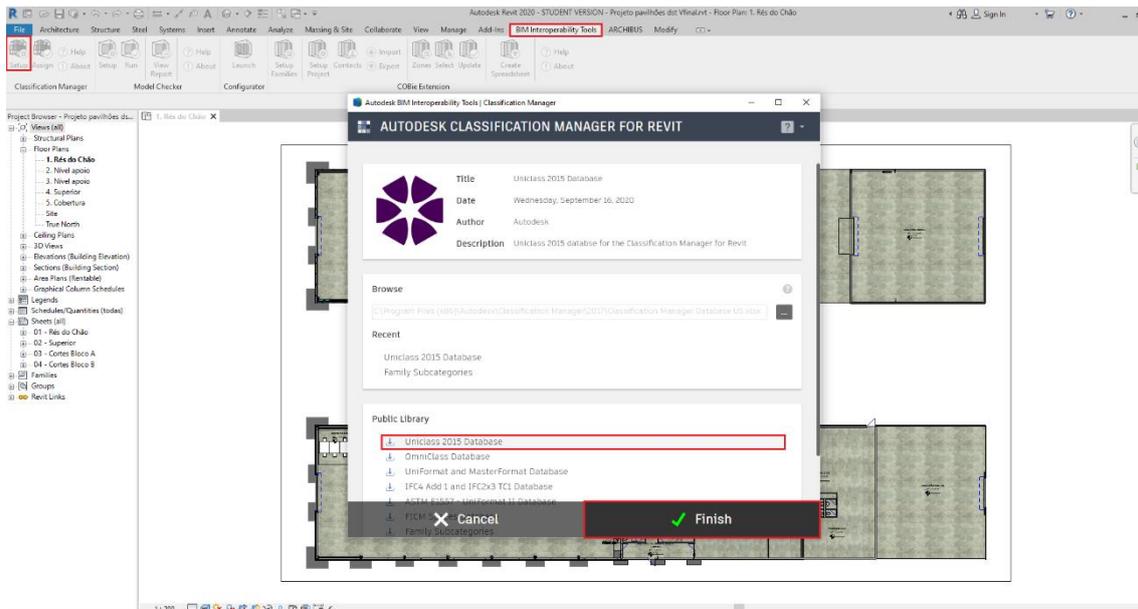


Figura 36: Definição do sistema de classificação utilizado (Elaborado pelo autor)

Em seguida, no menu ao lado, existe a opção *Assign*, em que é possível definir qual o tipo de utilização do parque edificado. Já fica em evidência que apenas é possível optar por uma utilização que corrobore com a base de dados do sistema escolhido anteriormente, contando com os padrões e características desta que serão preenchidos para os objetos que forem selecionados e exportados por parte da folha de cálculo COBie (Figura 37).

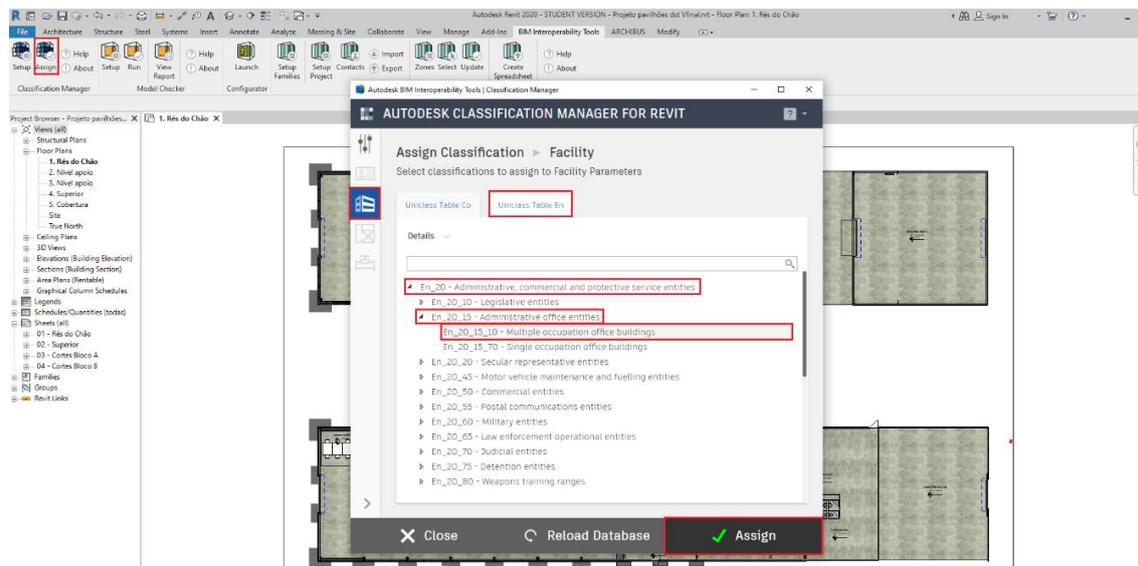


Figura 37: Definição de classificação de acordo com a tabela de escolha de entidades (Elaborado pelo autor)

De acordo com a Figura 36, fica definido, através da tabela de entidades do sistema *uniclass*, o padrão de entidades administrativas, comerciais e de proteção de serviços, sendo classificado

como entidade de escritórios administrativos, com especificidade em construção de edifícios de múltipla ocupação, caracterizando, por fim, o parque edificado em questão. É possível perceber que o sistema de classificação já foi incorporado em toda a classe de objetos existentes no presente projeto, de acordo com o menu *Manage* → *Project Information* (Figura 38).

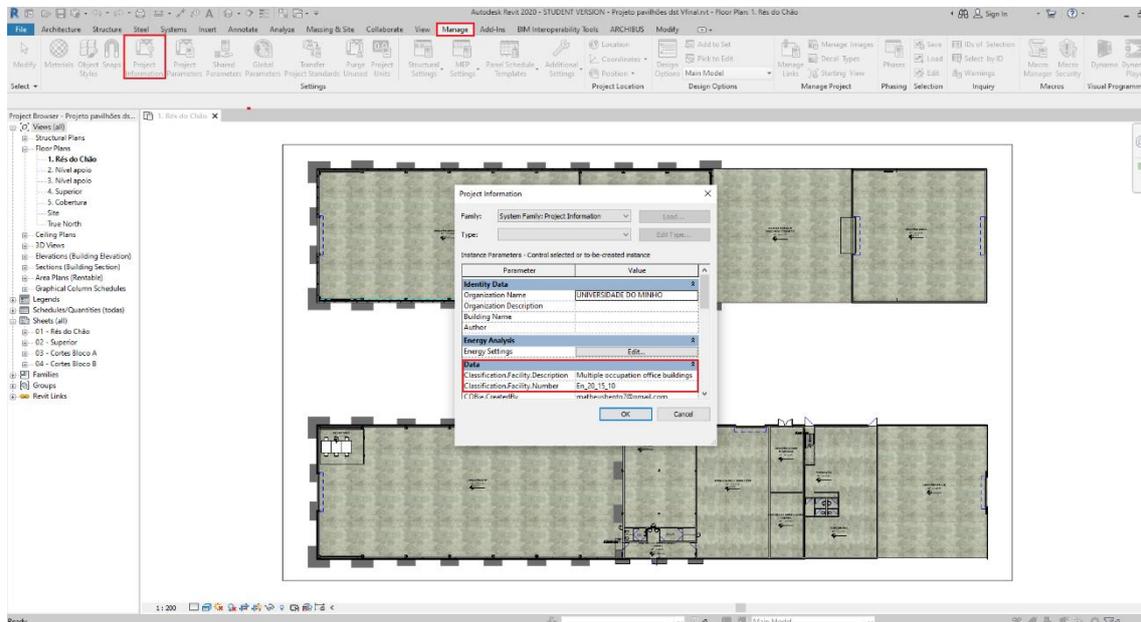


Figura 38: Confirmação de escolha de sistema de classificação e especificação quanto ao tipo de empreendimento e seu respetivo código (Elaborado pelo autor)

Tais procedimentos foram realizados em âmbito global para todos os objetos, entretanto, existem outras configurações para se conseguir especificar os elementos/funções (tabela de configuração Uniclass EF), produtos (tabela de configuração Uniclass Pr) e sistemas (tabela de configuração Uniclass SS) para cada objeto de maneira específica. Os processos foram executados para todos os objetos do projeto, entretanto, para fins elucidativos, segue apresentado na Figura 39 o exemplo de caracterização para uma das portas projetadas.

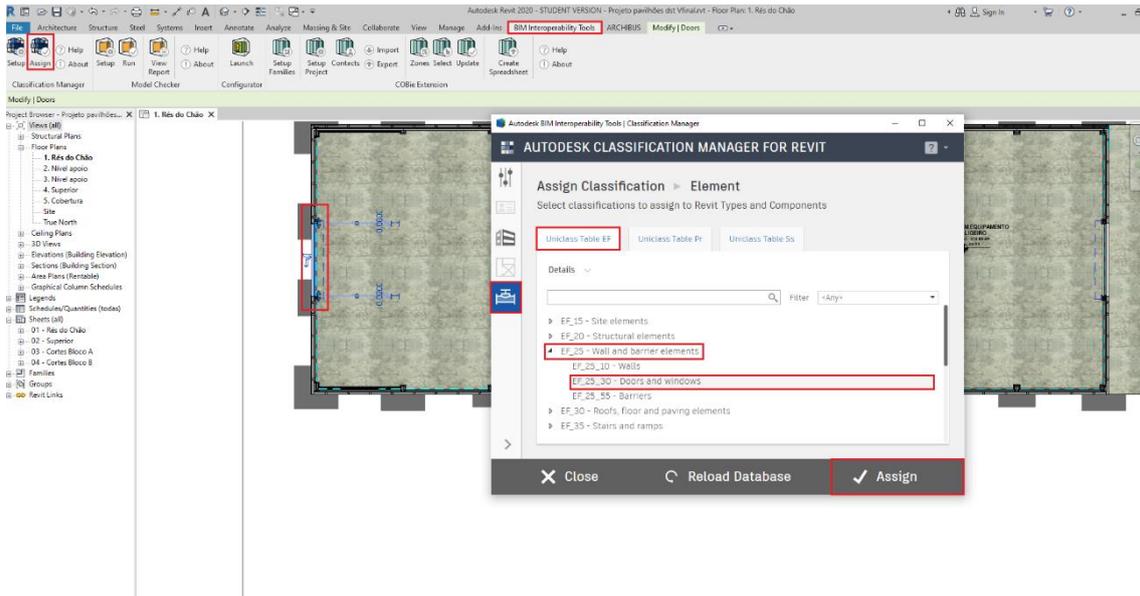


Figura 39: Exemplo de definição específica para objetos (elementos/funções), (Produtos) e Sistemas para uma porta (Elaborado pelo autor)

Os parâmetros COBie são preenchidos para cada elemento/objeto de acordo com as configurações adotadas. O programa acrescenta automaticamente um conjunto de tabelas semelhantes às que serão exportadas no final da configuração. A Figura 40 representa um exemplo de configuração apenas para elementos/funções do objeto porta de acordo com os parâmetros atribuídos.

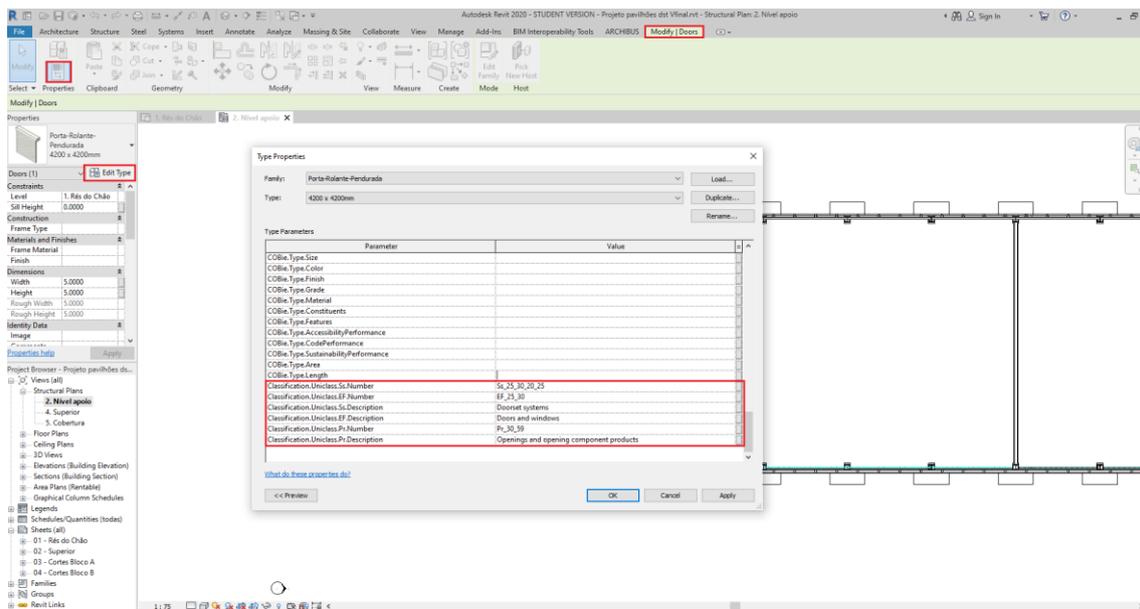


Figura 40: Configuração adotada para portas (Elaborado pelo autor)

Em seguida o mesmo procedimento foi realizado para restantes elementos. Abaixo tem-se o resultado, após o término da configuração da porta. As definições adotadas para o sistema de portas são as explicitadas na Tabela 11.

Tabela 11: Definições adotadas para a configuração de porta (Elaborado pelo autor)

Elementos/Funções	EF_25_30 (doors and Windows)
Produtos	PR_30_59 ( <i>openings and opening componentes and products</i> )
Sistemas	SS_25_30_20_73 ( <i>roller grille doorset systems</i> )

Tendo como pressuposto a reprodutividade dessas configurações para outros projetos do grupo DST, foi aberto um arquivo modelo que permitisse caracterizar os elementos gerais comuns a todas as edificações, de modo a mantê-lo pré-configurado para futura implementação em *software* FM. Tal processo é possível através da biblioteca do Revit no menu BIM *Interoperability Tools* → *Setup*, nas configurações da função *Model Checker*.

A Figura 41 retrata a seleção da biblioteca característica que se utilizar para os sistemas contidos no projeto em questão. Para o caso foi selecionado o padrão *General – COBie Extension Validation*.

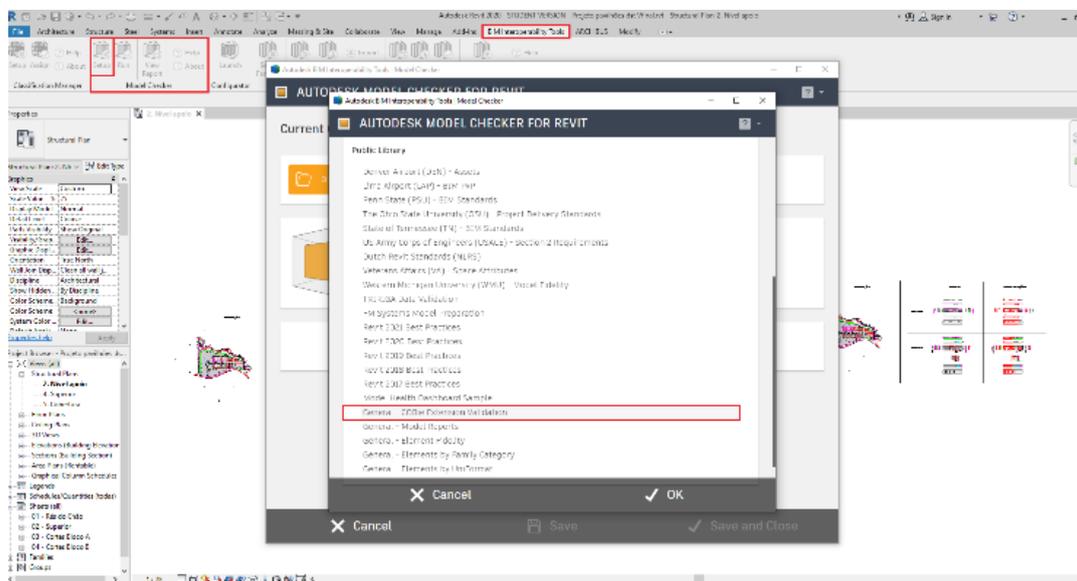


Figura 41: Configuração da modelo de verificação para COBie 1 de 2 (Elaborado pelo autor)

A Figura 41 retrata a continuação da configuração em que é possível selecionar apenas o que é contemplado no projeto. Como não foram projetadas as instalações MEP, com exceção das

caleiras tratadas como objeto da arquitetura, optou-se por não incluir tais dados, pois as mesmas não serviriam para o presente estudo. É ainda necessário formatar as informações relevantes de cada parâmetro escolhido, de modo a que não fique uma folha de cálculo extensa e com parâmetros sem valores/informações pertinentes ao desejado (Figura 42).

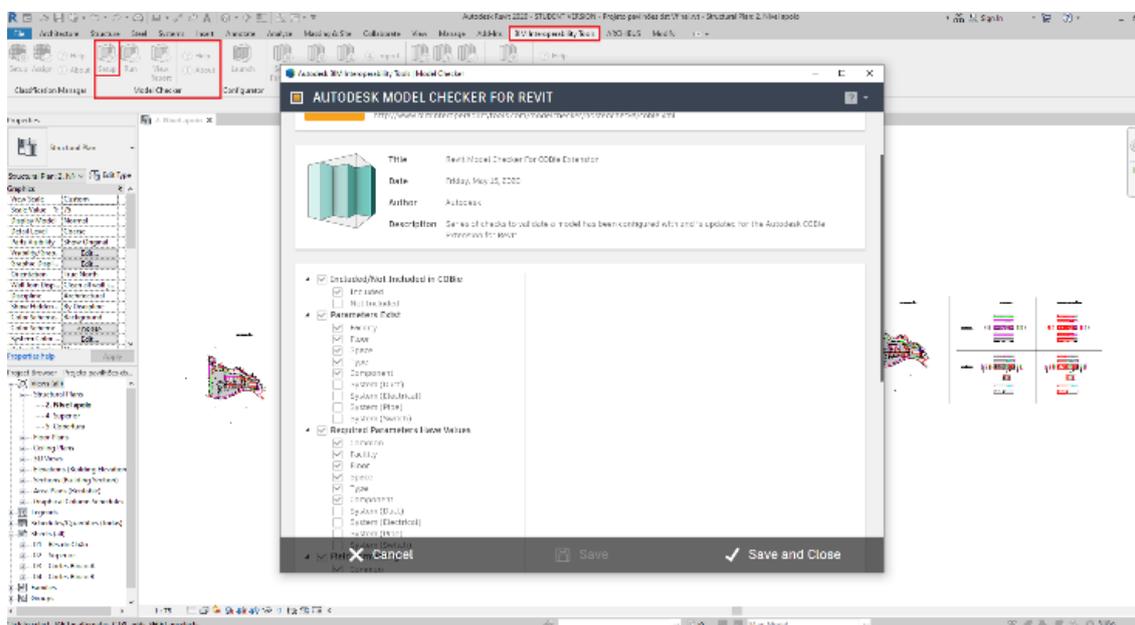


Figura 42: Configuração da modelo de verificação para COBie 2 de 2 (Elaborado pelo autor)

Deste modo fica configurada a primeira etapa do modelo de verificação que será adotada a fim de caracterizar os elementos/objetos e validá-los.

#### 4.5.3 Ferramentas de extensão COBie

Para que a exportação esteja de acordo com o planeado, devem-se utilizar as ferramentas disponíveis no *plug-in*. Os processos de configuração a serem utilizados são suscetíveis a ajustes de parâmetros relacionados com: as configurações das famílias, o projeto e os *stakeholders*.

A configuração de famílias é explicitada na Figura 43. Nesta fase foi indicada a ordem escrita de como são apresentadas as famílias no modelo. Para o caso de estudo os parâmetros foram formatados de acordo com a indicação já estabelecida no Revit, apenas foi acrescentado o parâmetro tipo para designação. É necessário, ainda, definir a ordem de prioridades dentro dos sistemas de classificação. Para o caso em questão, por se tratar do sistema de classificação *Uniclass*, foi seguida a hierarquização característica deste sistema, sendo definidos como

prioridade os parâmetros dos produtos, seguido dos elementos e como terceira opção uma chave de parâmetros do próprio Revit.

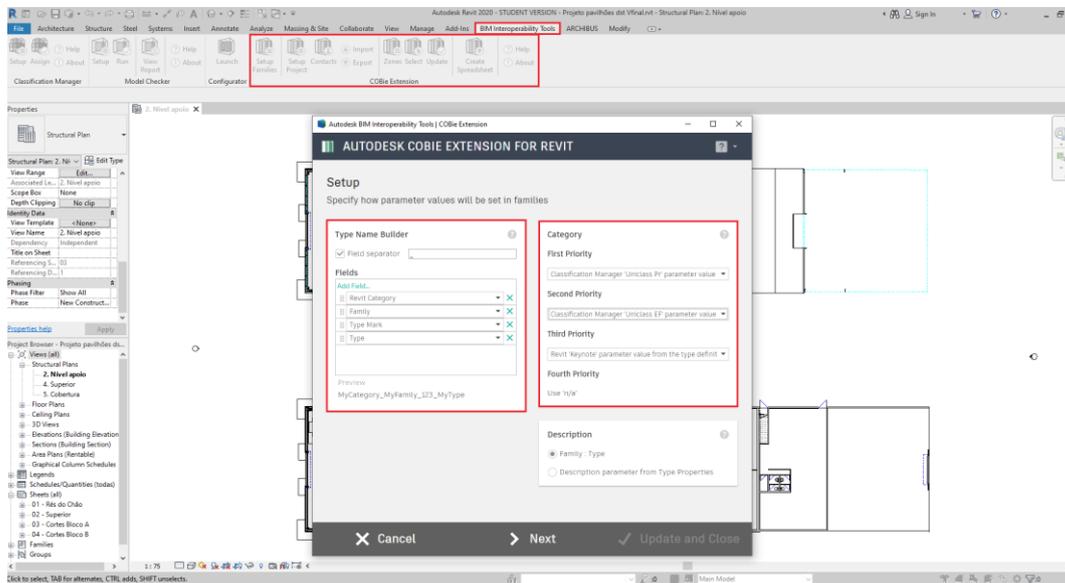


Figura 43: Menu de configuração de parâmetros de famílias 1 de 2 (Elaborado pelo autor)

Ainda na mesma aba foram selecionados quais os parâmetros relevantes para exportação da folha de cálculo e, para tal, foi deixado em branco o parâmetro referente ao custo de reposição, *replacement cost*, e descrição, *description*, enquanto os outros cinco foram mantidos (Figura 44).

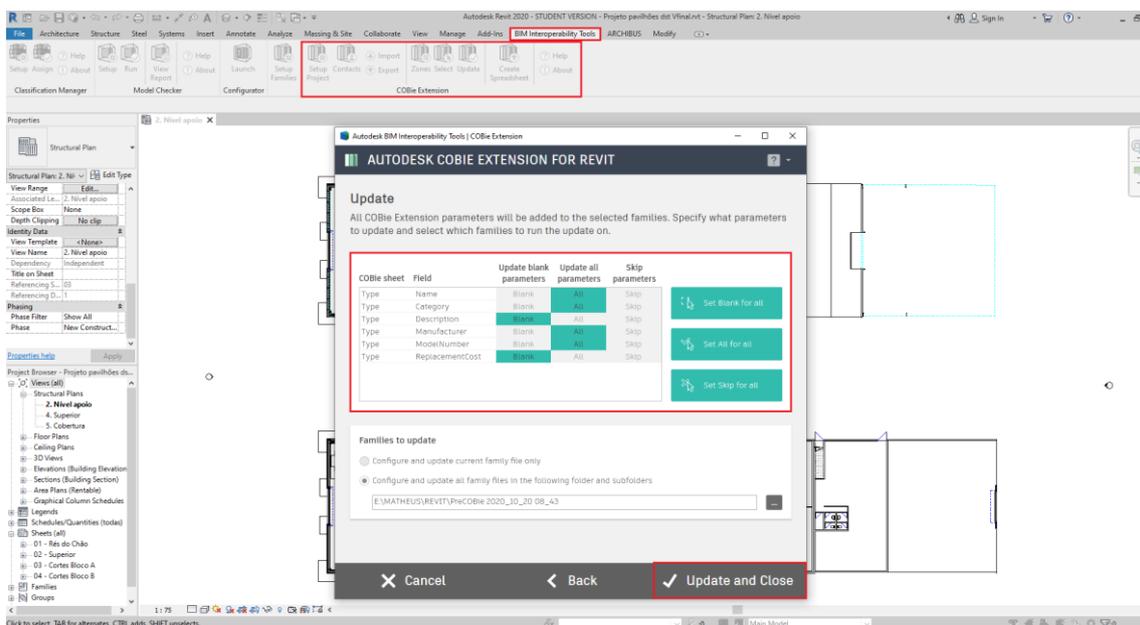


Figura 44: Menu de configuração de parâmetros de famílias 2 de 2 (Elaborado pelo autor)

Dando sequência às formatações, é preciso editar o menu de configuração do projeto. De entre as etapas para exportação do ficheiro COBie esta é a que envolve mais passos e obriga a configurações divididas de acordo com o seguinte:

- **General** – São definidos dados gerais voltados para a localização, identificação e unidades de medidas a utilizar, que impactarão todos os elementos que serão exportados nas folhas de trabalho COBie;
- **Spaces** – São definidos, individualmente, ou em conjunto, quais os elementos do modelo BIM que pertencem a um *Room* ou *Space* no ambiente em que se encontram. Deve-se ainda, configurar os domínios e qual a ordem de apresentação em que estes devem aparecer na folha de cálculo;
- **Types** – Auxilia na definição das configurações básicas para preencher os dados que serão recolhidos e exportados;
- **Components** – Permite a definição das configurações necessárias para preenchimento dos componentes no COBie;
- **Systems** – Permite a definição das configurações necessárias para preenchimento dos sistemas no COBie;
- **Attributes** – Permite que sejam selecionados outros parâmetros de instância e tipo de famílias para serem exportados no ficheiro;
- **Coordinates** – Auxilia na especificação do sistema de coordenadas a serem adotados no modelo para preenchimento das folhas *coordinate* no ficheiro COBie, podendo ser especificados através de uma seleção específica ou através da própria caixa de corte do mesmo;
- **Schedules** – Permite escolher quais os esquemas a serem representados no modelo a fim de editar de acordo com a lista de tabelas que se pretende exportar;
- **Parameter Mappings** – Permite escolher quais os parâmetros que serão utilizados para a definição e exportação de vários campos no COBie.

Como localização de referência foi escolhido o Reino Unido, sendo designado o identificador único global. Também foram preenchidas as unidades padrão de referência adotadas no projeto, vide Figura 45.

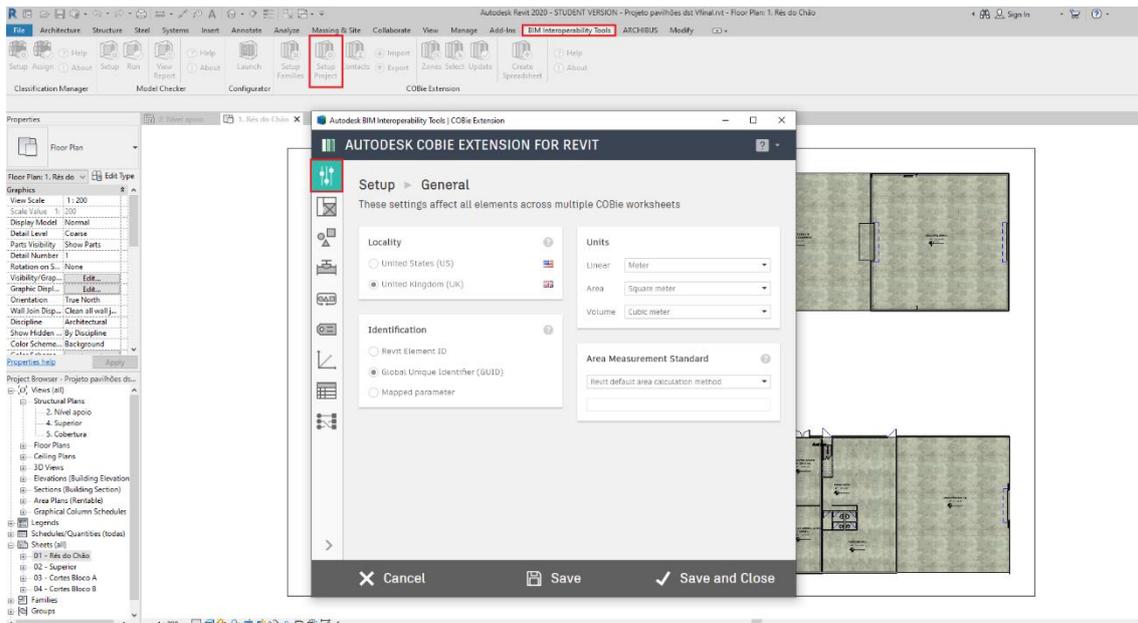


Figura 45: Configurações gerais de projeto (Elaborado pelo autor)

Para a configuração dos ambientes do projeto, estes foram definidos como: *Room* ou *Space*. Tendo em vista que todo o trabalho foi realizado com base no projeto de arquitetura e não houve desenvolvimento de projetos complementares, tomou-se por base a escolha de categorizar os espaços com a classificação de *Room*, pois, segundo CADD (2014), aos componentes arquitetônicos deve ser atribuído a classificação *Room* e apenas deve ser definido *Space* para elementos da disciplina MEP, pois este contém parâmetros específicos para avaliar o volume, enquanto a classificação *Room* mantém informações sobre áreas ocupadas (Figura 46).

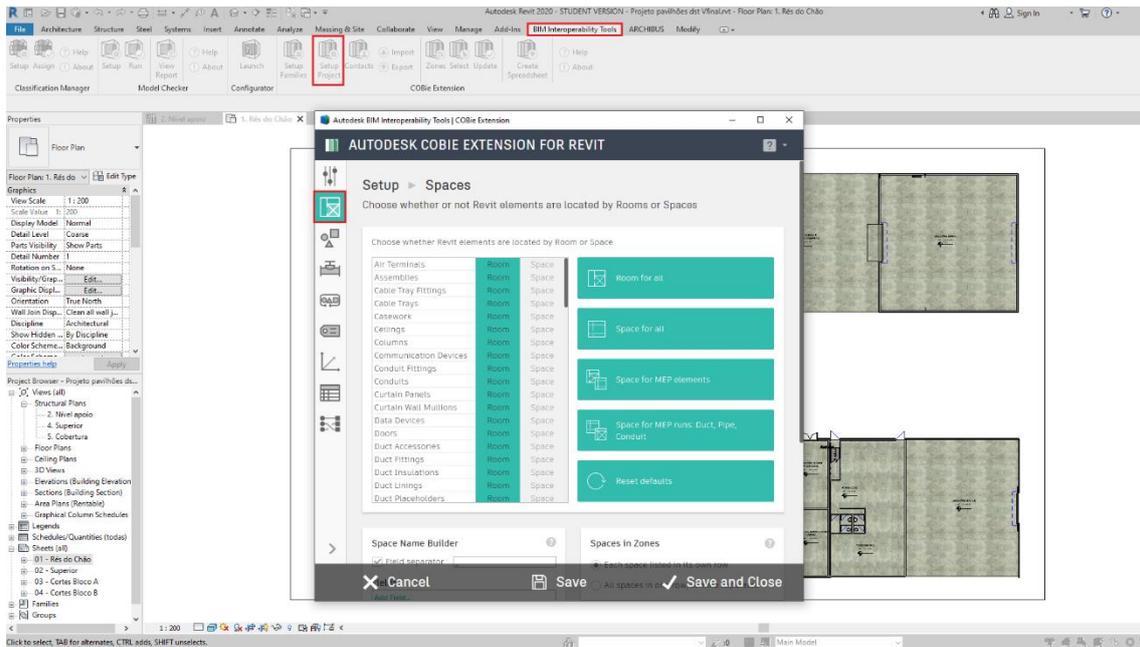


Figura 46: Definições de *Space* e *Room* do projeto (Elaborado pelo autor)

Nas definições da aba *Types*, foi necessário ordenar as categorias de acordo com o sistema de classificação que já foi escolhido anteriormente e, para tal, categorizou-se como prioritária a classificação para produtos *Uniclass Pr*, em segundo lugar a classificação para elementos/função *Uniclass EF*, seguido de parâmetros de valor do próprio Revit (Figura 47).

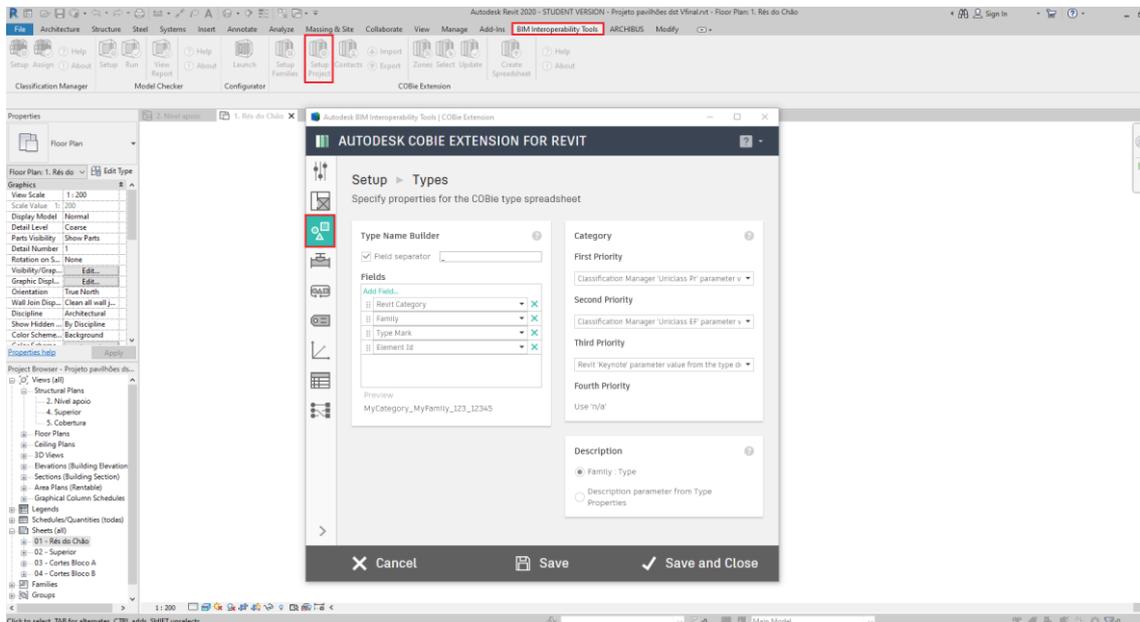


Figura 47: Configurações de tipo (Elaborado pelo autor)

Dando continuidade aos procedimentos, tem-se a configuração da aba *systems*, em que se deve optar pela categoria dos sistemas disponíveis que, conforme já dito anteriormente, será uma opção dentro do sistema de classificação adotado. Para o caso em questão será o *Uniclass Table ss*. As demais opções estão relacionadas para a geração de parâmetros por meio do *Omniclass Table 21*, *Uniformat*, que também é um sistema de classificação utilizado para classificação de edifícios, bem como a opção de deixar os espaços em branco e preencher manualmente, de acordo com a necessidade da equipa de FM. Como a finalidade do documento em questão é tornar as informações organizadas num único ficheiro que contenha todos os documentos, optou-se pela opção do *Uniclass Table ss*.

Em seguida, foram selecionados os atributos que estão contidos no projeto, de maneira a escolher apenas os objetos que são contemplados no mesmo e que serão exportados para a folha de cálculo (Figura 48).

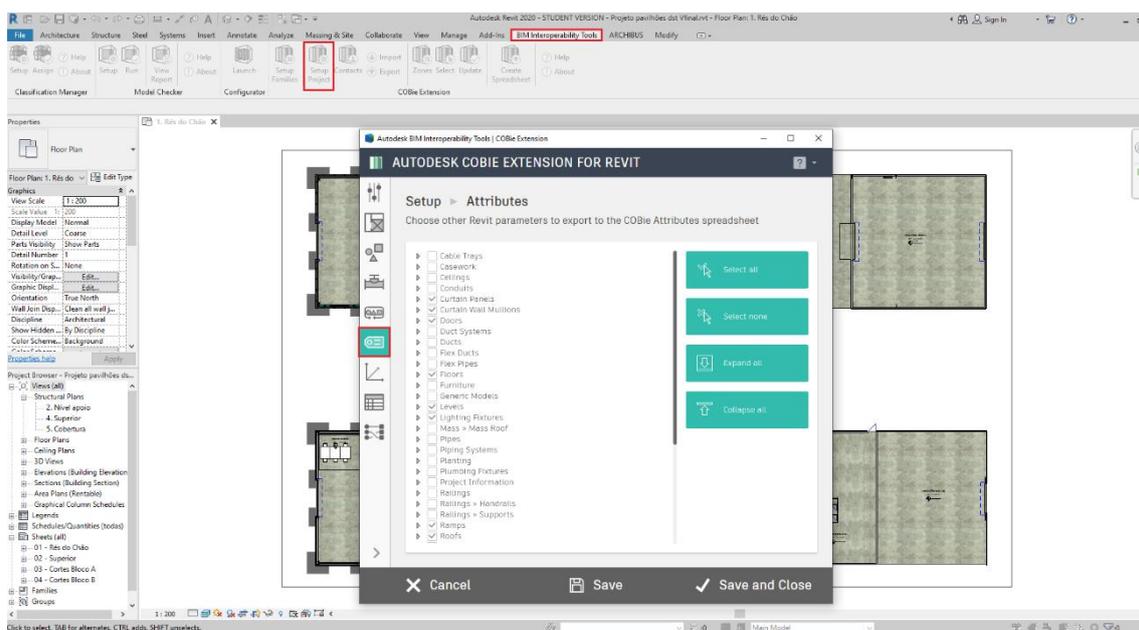


Figura 48: Seleção de parâmetros a exportar do Revit para criação de ficheiro COBie (Elaborado pelo autor)

Outra opção importante foi editar os esquemas que serão exportados. Para isso, alguns dos subitens foram retirados, por não pertencerem aos projetos modelados. O item *COBie System* foi desmarcado, bem como o subitem *Spaces* pelos motivos já mencionados anteriormente (Figura 49).

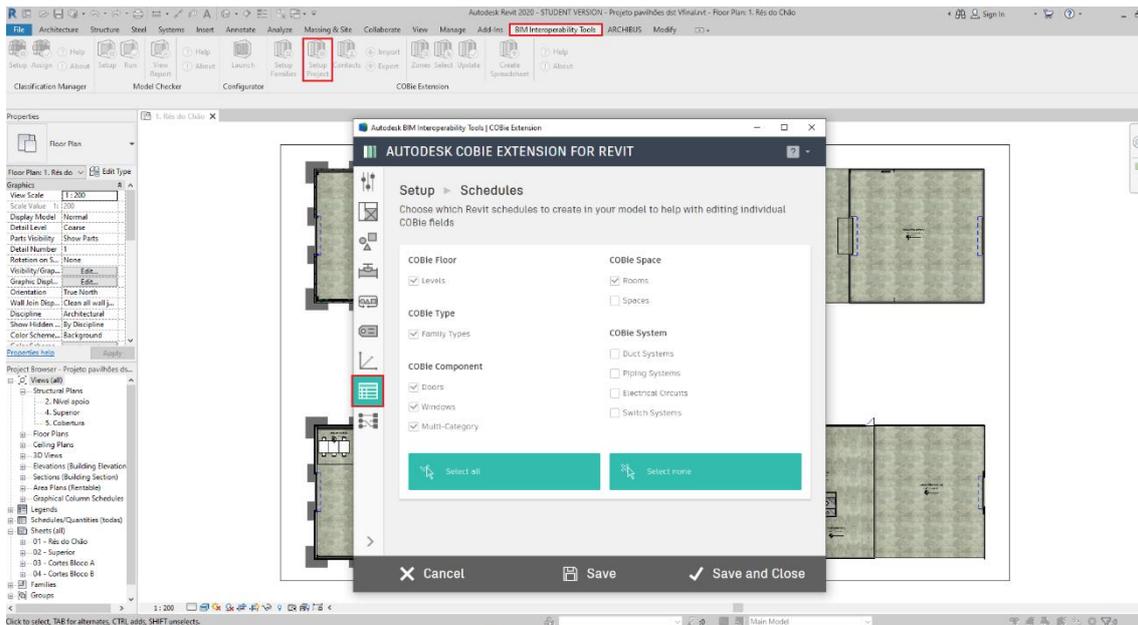


Figura 49: Configuração de esquemas de tabela a serem exportados (Elaborado pelo autor)

Ainda no menu de extensão COBie é possível configurar os contactos de responsáveis pelo processo de gestão de informações. Para efeito exemplificativo, foi preenchido apenas com um contacto, entretanto, podem ser atribuídos tantos quantos forem necessários para identificar os intervenientes no processo (Figura 50).

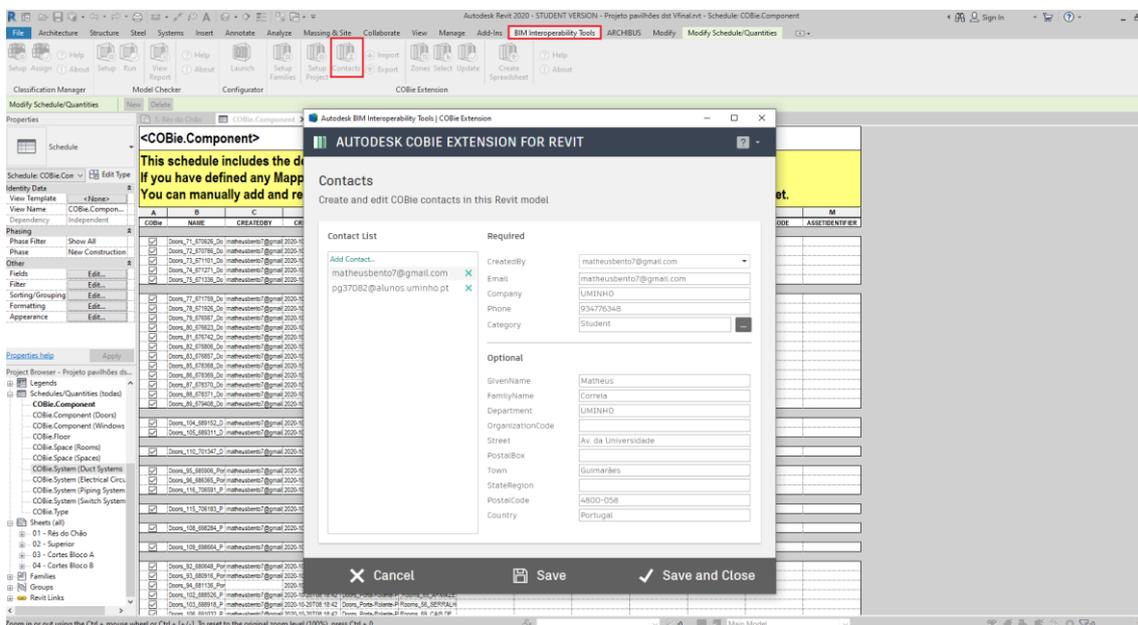


Figura 50: Inserção de contactos de intervenientes no processo de FM (Elaborado pelo autor)

As ferramentas utilizadas até ao momento para configuração da folha de cálculo COBie permitiram ajustar as folhas de cálculo que serão exportadas. O último passo a ser dado, antes da exportação será o de preencher as folhas de cálculo que estão subdivididas em: *zones*, *select* e *update*. O primeiro a ser configurado foi o menu para cadastrar as zonas do modelo. A divisão dos ambientes foi separada de acordo com cada edifício, sendo mantida a mesma nomenclatura do ficheiro arquitetónico da empresa (Figura 51).

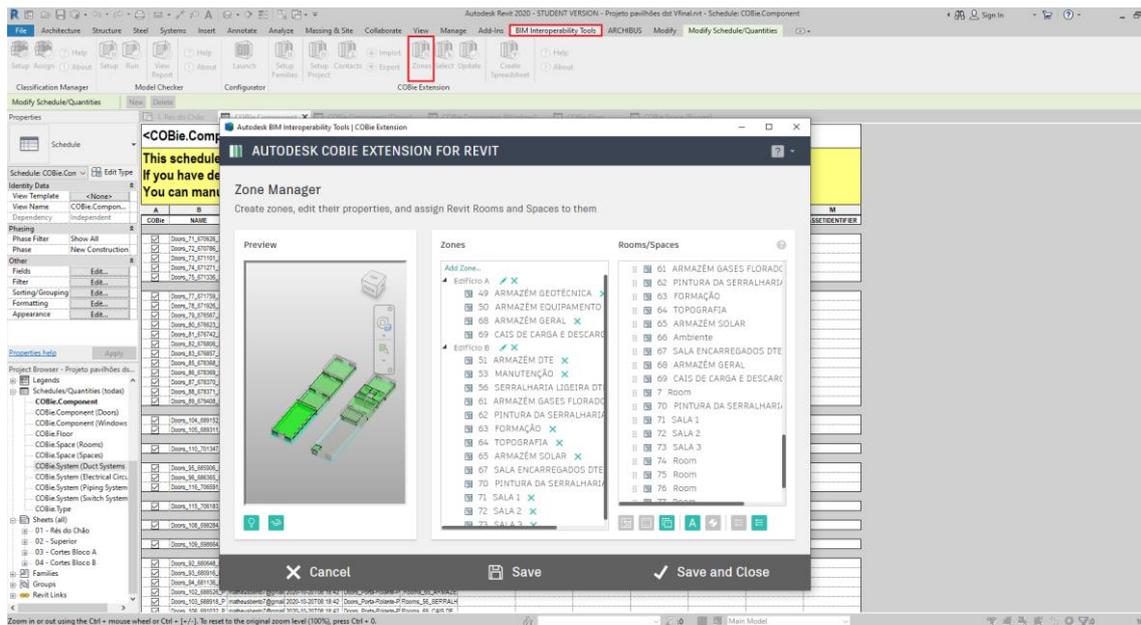


Figura 51: Configuração de ambientes e zonas para edifícios A e B (Elaborado pelo autor)

A próxima etapa é seleccionar os elementos que estão no arquivo para que seja criada uma lista apenas com o que foi referido neste menu (Figura 52).

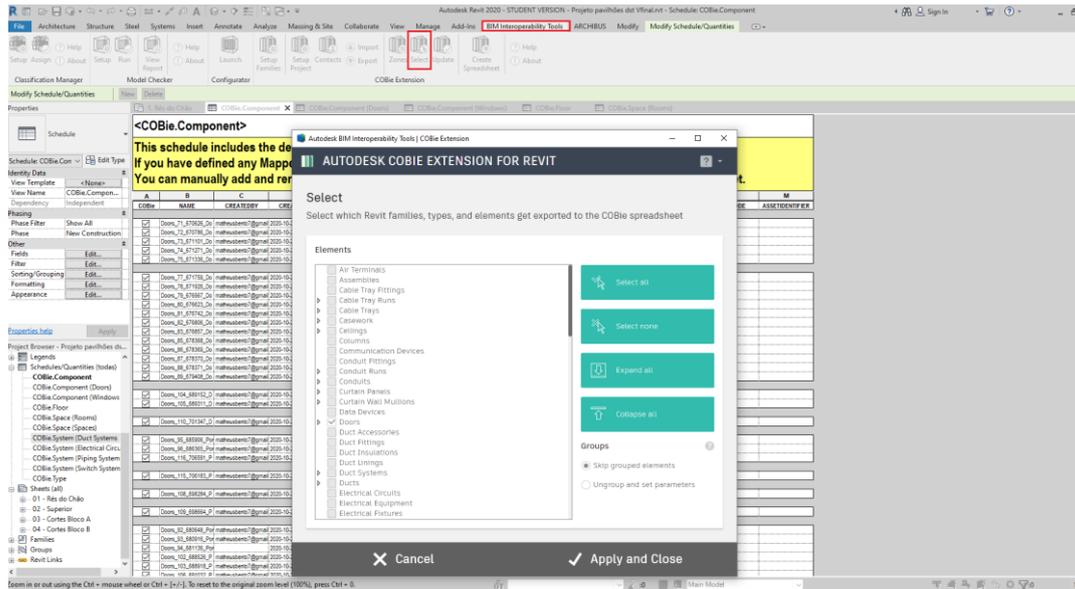


Figura 52: Seleção de elementos a exportar no ficheiro COBie (Elaborado pelo autor)

Uma das partes finais do processo é atualizar os parâmetros e campos que devem ser exportados na folha de cálculo. É possível escolher apenas um ou mesmo todos os parâmetros listados, a depender das informações que são requisitadas e necessárias para a boa gestão. Foi utilizado o preenchimento com todos os parâmetros a serem exportados conforme pode ser visto na (Figura 53).

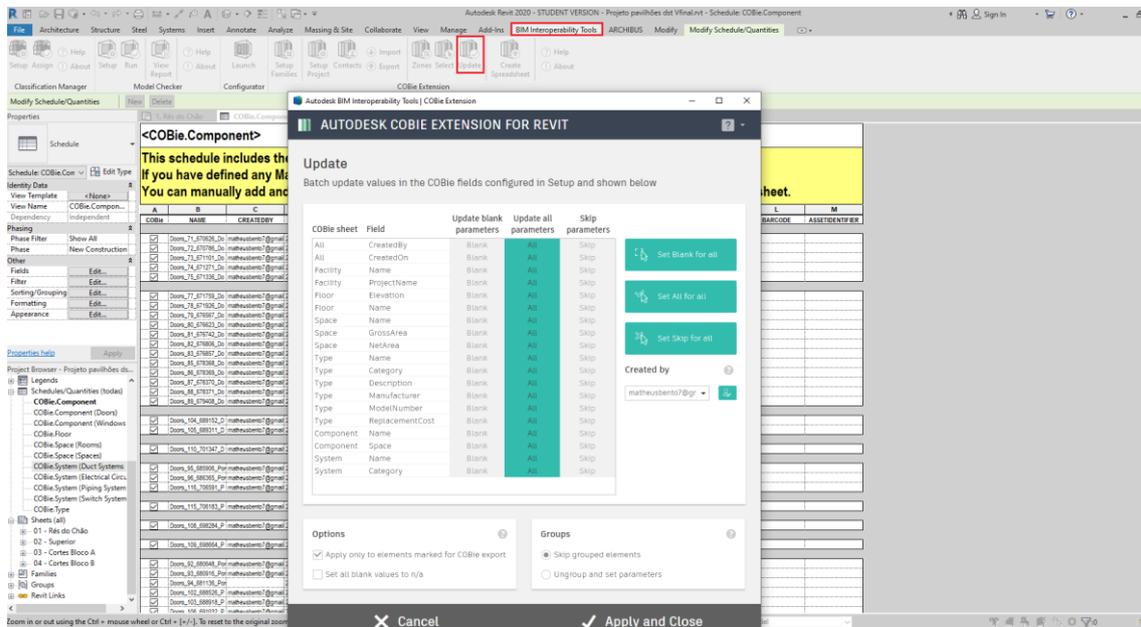


Figura 53: Atualização de parâmetros a exportar (Elaborado pelo autor)

Depois de concluir todas as configurações e verificá-las, o ficheiro foi exportado através do menu *create spreadsheet*. Nesse menu foram retiradas algumas abas que não serão necessárias para o modelo em questão (Figura 54).

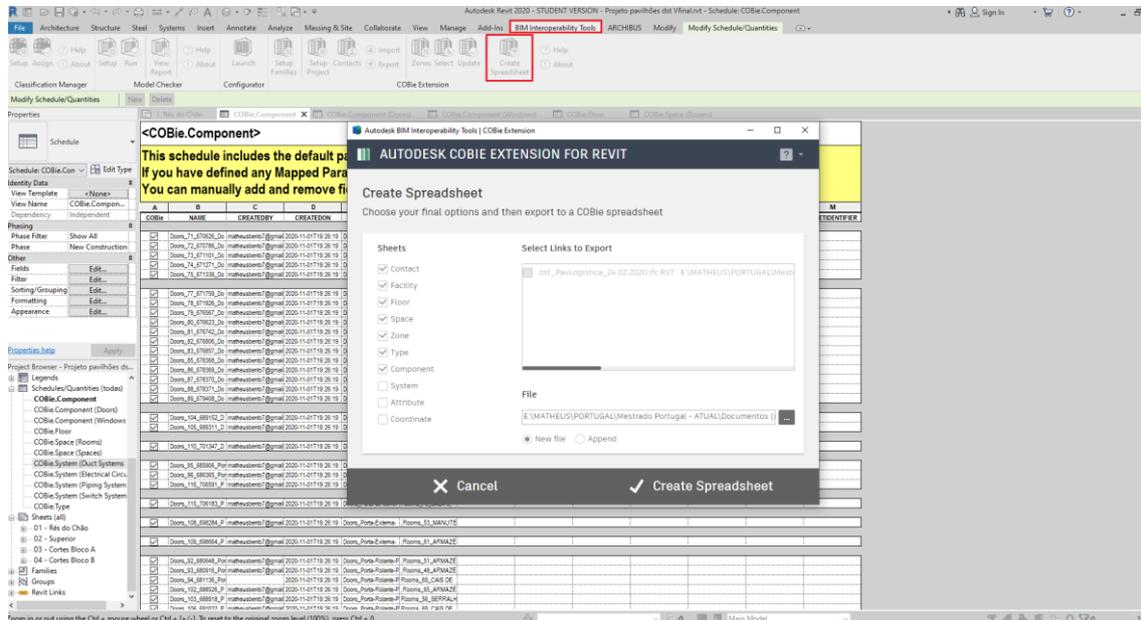


Figura 54: Exportação de ficheiro COBie (Elaborado pelo autor)

Vale a pena salientar que, caso o gestor considere que todas as configurações foram executadas de acordo com as necessidades do empreendimento e, com base na experiência do mesmo, é possível tornar o ficheiro modelo de modo que não seja necessário configurá-lo novamente em um novo projeto com o mesmo padrão de informação.

#### 4.5.4 Folhas COBie

Da exportação das folhas formato COBie é possível padronizar as informações de acordo com um conjunto de características, sendo identificadas através de cinco cores específicas que representam a proveniência dos dados, sendo as células classificadas de acordo com as seguintes cores: amarelo, laranja, violeta e verde (Figura 55).

As células amarelas representam informações requeridas no projeto, enquanto as células cor laranja, são procedentes de outras folhas de cálculo. Esses dados são oriundos da folha *Manage Project Information* no Revit, conforme explicado nos pontos anteriores. As células de cor violeta não podem ser editadas manualmente, pois são extraídas diretamente da base de dados do *software*, ao contrário das células verdes que podem ser adicionadas manualmente. Tendo

como base o exposto, utilizaram-se no trabalho nove folhas de cálculo, todas estas exportadas de acordo com as configurações supracitadas, conforme se pode ver na Tabela 12:

Tabela 12: Informações condizentes com as folhas de cálculo exportadas.

<b>Folhas de cálculo exportadas</b>	<b>Informação detalhada na folha</b>
<i>Contacts</i>	Dados dos responsáveis pelo projeto;
<i>Facility</i>	Dados referentes ao património edificado;
<i>Floor</i>	Informações sobre os pavimentos;
<i>Space</i>	Representa os espaços, classificados como “ <i>Room</i> ” neste projeto, sendo segmentados pelo pavimento em que se encontram;
<i>Zone</i>	Dados sobre os ambientes, sendo separados por edifício, sendo eles edifícios A e B;
<i>Type</i>	Detalha os diferentes tipos de elementos/equipamentos. É possível adicionar garantias, modelos, cor, fabricante, entre outros. No caso em questão foi exportada informações das portas, janelas, pias, louças sanitárias, entre outros;
<i>Component</i>	Detalha os diferentes tipos de componentes dos equipamentos listados na folha “ <i>Type</i> ”;
<i>Attribute</i>	É a folha mais extensa contendo os atributos de todo o ficheiro;
<i>Coordinate</i>	Contém informações de todo o sistema de coordenadas dos elementos contidos no ficheiro.

Como resultado de tais configurações, foi possível exportar as folhas de cálculo e organizar todas as informações oriundas do projeto, de modo a permitir maior eficiência no que se refere à gestão de instalações. Da Figura 55 à Figura 65 é possível observar o ficheiro COBie exportado.

	A	B	C
1	Title	COBie	
2	Version	2	
3	Release	4	
4	Status	IFC2x3	
5	Region	en-UK	
6	Purpose		This COBie spreadsheet is an example file that comes with the COBie Extension 1.0
7	Outline		Individual worksheets are organized by project phase as shown below
8			
9	All Phases	Sheet	Contents
10		Contact	People and Companies
11			
12	Early Design Worksheets	Sheet	Contents
13		Facility	Project, Site, and Facility
14		Floor	Vertical levels and exterior areas
15		Space	Spaces
16		Zone	Sets of spaces sharing a specific attribute
17		Type	Types of equipment, products, and materials
18			
19	Detailed Design Worksheets	Sheet	Contents
20		Component	Individually named or schedule items
21		System	Sets of components providing a service
22		Assembly	Constituents for Types, Components and others
23		Connection	Logical connections between components
24		Impact	Economic, Environmental and Social Impacts at various stages in the life cycle
25			
26	Construction Worksheets	Sheet	Contents
27			NOTE: Submittals and approvals added on 'Documents' worksheet
28			NOTE: Manufacturer and model added on 'Type' worksheet
29			NOTE: Serial and tag added on 'Component' worksheet
30			
31	Operations and Maintenance Worksheets	Sheet	Contents
32		Spare	Onsite and replacement parts
33		Resource	Required materials, tools, and training

Figura 55: Folha inicial do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Email	CreatedBy	CreatedOn	Category	Company	Phone	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Department	OrganizationCode	GivenName	FamilyName	Street	PostalBox	Town	StateRegion	PostalCode	Country
2	matheusb.pg37082@gmail.com	matheusb	2020-10-10	Student	UMINHO	93477634	Autodesk	IfcPerson	22e5234c-732428fc-n/a	UMINHO	n/a	Matheus	Correia	Av. da Un	n/a	Guimarães	n/a	4800-058	Portugal
3																			
4																			

Figura 56: Folha "Contact" do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ProjectName	SiteName	LinearUnits	AreaUnits	VolumeUnits	CurrencyUnit	AreaMeasurement	ExternalSystem	ExternalProjectObject	ExternalProjectIdentifier	ExternalSiteObject	ExternalSiteIdentifier	ExternalFacilityObject	ExternalFacilityIdentifier	Description	ProjectDescription	SiteDescription	Phase
2	n/a	matheusb	2020-11-01	n/a	Project N	n/a	Meters	Square M	Cubic Met	None	Revit defa	Autodesk	IfcProject	3eXLzIN8	IfcSite	3eXLzIN8	IfcBuilding	3eXLzIN8	n/a	n/a	n/a	n/a
3																						

Figura 57: Folha "Facility" do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description	Elevation
1									
2	1. Rés do Chão	matheusb	2020-11-0	Floor	Autodesk	IfcBuildingSt	e3e052f9-0156-11d5-93	n/a	0
3	4. Superior	matheusb	2020-11-0	Floor	Autodesk	IfcBuildingSt	71e0a695-3499-4ec6-ba	n/a	3.9
4	5. Cobertura	matheusb	2020-11-0	Floor	Autodesk	IfcBuildingSt	4709bd48-d525-411f-ba	n/a	7.95
5									

Figura 58: Folha "Floor" do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	FloorName	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Room Tag	UsableHeight	GrossArea	NetArea
1													
2	Rooms_9_CASA DE BANHO	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	f3dc7804	n/a	n/a	n/a	n/a
3	Rooms_40_CASA DE BANHO	matheusb	2020-11-0	n/a	4. Superior	n/a	Autodesk	IfcSpace	d56394a2	n/a	n/a	n/a	n/a
4	Rooms_41_CASA DE BANHO	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	d56394a2	n/a	n/a	n/a	n/a
5	Rooms_44_ESCRITÓRIO	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	cc397893	n/a	n/a	29.0315	29.0315
6	Rooms_48_ARMAZÉM GEOTECNIA	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	918e7e36	n/a	n/a	638.4776	638.4776
7	Rooms_50_ARMAZÉM EQUIPAMENTO LIGEIRO	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	918e7e36	n/a	n/a	318.0037	318.0037
8	Rooms_51_ARMAZÉM DTE	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	918e7e36	n/a	n/a	726.5331	726.5331
9	Rooms_53_MANUTENÇÃO	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	fab35b32	n/a	n/a	137.6733	137.6733
10	Rooms_56_SERRALHARIA LIGEIRA DTE	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	fab35b32	n/a	n/a	179.2642	179.2642
11	Rooms_61_ARMAZÉM GASES FLORADOS	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	fab35b32	n/a	n/a	40.4283	40.4283
12	Rooms_62_PINTURA DA SERRALHARIA LIGEIRA	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	fab35b32	n/a	n/a	39.5936	39.5936
13	Rooms_63_FORMAÇÃO	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	fab35b32	n/a	n/a	81.9345	81.9345
14	Rooms_64_TOPOGRAFIA	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	fab35b32	n/a	n/a	73.381	73.381
15	Rooms_65_ARMAZÉM SOLAR	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	a1ba6593	n/a	n/a	265.4901	265.4901
16	Rooms_67_SALA ENCARREGADOS DTE	matheusb	2020-11-0	n/a	4. Superior	n/a	Autodesk	IfcSpace	cd8a2c76	n/a	n/a	85.024	85.024
17	Rooms_68_ARMAZÉM GERAL	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	d71a0654	n/a	n/a	332.0874	332.0874
18	Rooms_69_CAIS DE CARGA E DESCARGA COBERTO	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	d71a0654	n/a	n/a	355.9696	355.9696
19	Rooms_70_PINTURA DA SERRALHARIA LIGEIRA	matheusb	2020-11-0	n/a	1 Rés do Chão	n/a	Autodesk	IfcSpace	5797a3fa	n/a	n/a	39.4407	39.4407
20	Rooms_71_SALA 1	matheusb	2020-11-0	n/a	4. Superior	n/a	Autodesk	IfcSpace	5797a3fa	n/a	n/a	59.1626	59.1626
21	Rooms_72_SALA 2	matheusb	2020-11-0	n/a	4. Superior	n/a	Autodesk	IfcSpace	5797a3fa	n/a	n/a	28.1959	28.1959
22	Rooms_73_SALA 3	matheusb	2020-11-0	n/a	4. Superior	n/a	Autodesk	IfcSpace	5797a3fa	n/a	n/a	55.257	55.257
23													

Figura 59: Folha "Space" do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	SpaceNames	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description
1									
2	Edifício A	matheusb	2020-10-1	Circulation	Rooms_50_ARMAZÉM EQUIPAMENTO LIGEIRO	Autodesk	IfcZone	129f79ea	Zona de Armazéns - Dst
3	Edifício A	matheusb	2020-10-1	Circulation	Rooms_69_CAIS DE CARGA E DESCARGA COBERTO	Autodesk	IfcZone	129f79ea	Zona de Armazéns - Dst
4	Edifício A	matheusb	2020-10-1	Circulation	Rooms_68_ARMAZÉM GERAL	Autodesk	IfcZone	129f79ea	Zona de Armazéns - Dst
5	Edifício B	matheusb	2020-10-2	Circulation	Rooms_51_ARMAZÉM DTE	Autodesk	IfcZone	96d9691e	Zona de Armazéns - Dst
6	Edifício B	matheusb	2020-10-2	Circulation	Rooms_53_MANUTENÇÃO	Autodesk	IfcZone	96d9691e	Zona de Armazéns - Dst
7	Edifício B	matheusb	2020-10-2	Circulation	Rooms_56_SERRALHARIA LIGEIRA DTE	Autodesk	IfcZone	96d9691e	Zona de Armazéns - Dst
8	Edifício B	matheusb	2020-10-2	Circulation	Rooms_61_ARMAZÉM GASES FLORADOS	Autodesk	IfcZone	96d9691e	Zona de Armazéns - Dst
9	Edifício B	matheusb	2020-10-2	Circulation	Rooms_62_PINTURA DA SERRALHARIA LIGEIRA	Autodesk	IfcZone	96d9691e	Zona de Armazéns - Dst
10	Edifício B	matheusb	2020-10-2	Circulation	Rooms_63_FORMAÇÃO	Autodesk	IfcZone	96d9691e	Zona de Armazéns - Dst
11	Edifício B	matheusb	2020-10-2	Circulation	Rooms_64_TOPOGRAFIA	Autodesk	IfcZone	96d9691e	Zona de Armazéns - Dst
12	Edifício B	matheusb	2020-10-2	Circulation	Rooms_65_ARMAZÉM SOLAR	Autodesk	IfcZone	96d9691e	Zona de Armazéns - Dst
13	Edifício B	matheusb	2020-10-2	Circulation	Rooms_67_SALA ENCARREGADOS DTE	Autodesk	IfcZone	96d9691e	Zona de Armazéns - Dst
14	Edifício B	matheusb	2020-10-2	Circulation	Rooms_70_PINTURA DA SERRALHARIA LIGEIRA	Autodesk	IfcZone	96d9691e	Zona de Armazéns - Dst
15	Edifício B	matheusb	2020-10-2	Circulation	Rooms_71_SALA 1	Autodesk	IfcZone	96d9691e	Zona de Armazéns - Dst
16	Edifício B	matheusb	2020-10-2	Circulation	Rooms_72_SALA 2	Autodesk	IfcZone	96d9691e	Zona de Armazéns - Dst
17	Edifício B	matheusb	2020-10-2	Circulation	Rooms_73_SALA 3	Autodesk	IfcZone	96d9691e	Zona de Armazéns - Dst
18									

Figura 60: Folha "Zone" do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor)

Nome	Quantity	ItemCode	Category	Description	System	Unit	Material	Value
Doors Door 0-90 degrees 12218_36_245305	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors Sliding Door - 4 Panel (AUS) 44_659509	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors Door 0-90 degrees 12218_46_671752	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors Porta-Rolante Pendurada 49_680416	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors Porta de correr sem revestimento - 1 Panel embudo na parede_54_686038	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors Door 0-90 degrees 12218_56_689145	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors Porta-Extrema-Dupla 57_686265	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors Porta-Extrema-Dupla_58_686882	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors Door 0-90 degrees 12218_59_701340	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors Porta de correr sem revestimento - 1 Panel embudo na parede_60_706400	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Floors Floor 658517	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Floors Floor 669860	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Floors Floor 702070	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Floors Floor 702738	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Floors Floor 704777	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Furniture Table-Rectangular 584412	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Furniture MS-Chaise 585149	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Plumbing Fixtures_Lavabo sur pied 450527	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Plumbing Fixtures_Cenico Toilet_Suite 2394_437399	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Plumbing Fixtures_Mictório-Parade-3D 674958	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Railings_Railing 25225	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Roofs Basic Roof 681511	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Stairs_Assembled Star 166172	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Stairs_Cast-in-Place Star 166186	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Walls Basic Wall 571817	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Walls Basic Wall 623432	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Walls Basic Wall 665359	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Walls Basic Wall 667809	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Walls Basic Wall 666556	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Walls Basic Wall 669073	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Walls Basic Wall 671542	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Walls Basic Wall 682065	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a

Figura 61: Folha "Type" do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor)

Nome	Quantity	ItemCode	Category	Description	System	Unit	Material	Value
Doors 85_659632 Sliding Door - 4 Panel (AUS)	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 71_670626 Door 0-90 degrees 12218	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 72_670786 Door 0-90 degrees 12218	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 73_671101 Door 0-90 degrees 12218	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 74_671271 Door 0-90 degrees 12218	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 75_671336 Door 0-90 degrees 12218	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 77_671759 Door 0-90 degrees 12218	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 78_671809 Door 0-90 degrees 12218	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 89_679406 Door 0-90 degrees 12218	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 92_680648 Porta-Rolante-Pendurada	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 93_680916 Porta-Rolante-Pendurada	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 94_681136 Porta-Rolante-Pendurada	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 95_685906 Porta de correr sem revestimento - 1 Panel embudo na parede	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 96_686365 Porta de correr sem revestimento - 1 Panel embudo na parede	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 102_688526 Porta-Rolante-Pendurada	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 103_688919 Porta-Rolante-Pendurada	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 105_689311 Door 0-90 degrees 12218	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 106_691032 Porta-Rolante-Pendurada	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 107_691492 Porta-Rolante-Pendurada	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 108_696294 Porta-Extrema-Dupla	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 109_696864 Porta-Extrema-Dupla	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 110_701347 Door 0-90 degrees 12218	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 115_706183 Porta de correr sem revestimento - 1 Panel embudo na parede	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Doors 116_706591 Porta de correr sem revestimento - 1 Panel embudo na parede	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Plumbing Fixtures_16_672214 Lavabo sur pied	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Plumbing Fixtures_16_673150 Lavabo sur pied	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Plumbing Fixtures_20_673359 Lavabo sur pied	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Plumbing Fixtures_21_673359 Lavabo sur pied	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Plumbing Fixtures_28_678905 Lavabo sur pied	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a

Figura 62: Folha "Component" do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor)

Nome	Quantity	ItemCode	Category	Description	System	Unit	Material	Value
Building Story	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Category	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Computation Height	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Design Option	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Elevation	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Family	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Family and Type	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Family Name	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Name	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Scope Box	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Story Above	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Structural	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Type	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Type Id	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Type Name	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Building Story	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Category	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Computation Height	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Design Option	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Elevation	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Family	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Family and Type	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Family Name	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Name	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Scope Box	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Story Above	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Structural	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a
Type	mathusb1	2020-11-14	Approved	Floor	1	Rés do Chão	n/a	n/a

Figura 63: Folha "Attribute" do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor)

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Nome	CodeBy	CodeDn	Category	Substane	RoomName	CoordinateX	CoordinateY
1								
2	1. Rés do Chão_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Floor	1. Rés do Chão		-709.6304	-0.4982
3	1. Rés do Chão_UpperRight	matheusb2020-11-4	Box-upperright	Floor	1. Rés do Chão		-4.85	-0.0006
4	4. Superior_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Floor	4. Superior		0.13	0.15
5	4. Superior_UpperRight	matheusb2020-11-4	Box-upperright	Floor	4. Superior		0.13	0.15
6	5. Cobertura_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Floor	5. Cobertura		-0.0518	43.0337
7	5. Cobertura_UpperRight	matheusb2020-11-4	Box-upperright	Floor	5. Cobertura		18.2296	91.9223
8	Rooms_9_CASA DE BANHO_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Space	Rooms_9_CASA DE BANHO		49.7393	42.125
9	Rooms_9_CASA DE BANHO_UpperRight	matheusb2020-11-4	Box-upperright	Space	Rooms_9_CASA DE BANHO		51.6143	45.322
10	Rooms_40_CASA DE BANHO_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Space	Rooms_40_CASA DE BANHO		45.5982	68.447
11	Rooms_40_CASA DE BANHO_UpperRight	matheusb2020-11-4	Box-upperright	Space	Rooms_40_CASA DE BANHO		46.9335	69.947
12	Rooms_41_CASA DE BANHO_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Space	Rooms_41_CASA DE BANHO		44.7379	67.072
13	Rooms_41_CASA DE BANHO_UpperRight	matheusb2020-11-4	Box-upperright	Space	Rooms_41_CASA DE BANHO		48.0835	71.697
14	Rooms_44_ESCRITÓRIO_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Space	Rooms_44_ESCRITÓRIO		35.9807	0.3159
15	Rooms_44_ESCRITÓRIO_UpperRight	matheusb2020-11-4	Box-upperright	Space	Rooms_44_ESCRITÓRIO		40.8367	6.2943
16	Rooms_48_ARMAZÉM GEOTECNIA_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Space	Rooms_48_ARMAZÉM GEOTECNIA		0.2775	0.15
17	Rooms_48_ARMAZÉM GEOTECNIA_UpperRight	matheusb2020-11-4	Box-upperright	Space	Rooms_48_ARMAZÉM GEOTECNIA		1.6	38.029
18	Rooms_50_ARMAZÉM EQUIPAMENTO LIGEIRO_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Space	Rooms_50_ARMAZÉM EQUIPAMENTO LIGEIRO		0.205	-0.0006
19	Rooms_50_ARMAZÉM EQUIPAMENTO LIGEIRO_UpperRight	matheusb2020-11-4	Box-upperright	Space	Rooms_50_ARMAZÉM EQUIPAMENTO LIGEIRO		18.2296	54.232
20	Rooms_51_ARMAZÉM DTE_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Space	Rooms_51_ARMAZÉM DTE		35.7325	0.04
21	Rooms_51_ARMAZÉM DTE_UpperRight	matheusb2020-11-4	Box-upperright	Space	Rooms_51_ARMAZÉM DTE		53.7585	41.9
22	Rooms_53_MANTENÇÃO_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Space	Rooms_53_MANTENÇÃO		35.5452	42.007
23	Rooms_53_MANTENÇÃO_UpperRight	matheusb2020-11-4	Box-upperright	Space	Rooms_53_MANTENÇÃO		49.5993	52.072
24	Rooms_56_SERRALHARIA LIGEIRA DTE_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Space	Rooms_56_SERRALHARIA LIGEIRA DTE		35.5452	52.072
25	Rooms_56_SERRALHARIA LIGEIRA DTE_UpperRight	matheusb2020-11-4	Box-upperright	Space	Rooms_56_SERRALHARIA LIGEIRA DTE		53.8185	62.192
26	Rooms_61_ARMAZÉM GASES FLORADOS_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Space	Rooms_61_ARMAZÉM GASES FLORADOS		35.5452	62.192
27	Rooms_61_ARMAZÉM GASES FLORADOS_UpperRight	matheusb2020-11-4	Box-upperright	Space	Rooms_61_ARMAZÉM GASES FLORADOS		44.7265	66.857
28	Rooms_67_PINTURA DA SERRALHARIA LIGEIRA_LowerLeft	matheusb2020-11-4	Box-lowerleft	Space	Rooms_67_PINTURA DA SERRALHARIA LIGEIRA		44.8015	62.192

Figura 64: Folha "Coordinate" do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor)

	A	B	C	D	E	F
	Assembly/Type	Category	Coordinate	Document	Element	Facility
1						
2	Excluded	Control	Point	Certificates	Ss_15_Earthworks, remediation and temporary systems	En_20_Administrative, commercial and protective service entities
3	Fixed	Flow	Line-end-one	Client Requirements	Ss_15_10_Groundworks and earthworks systems	En_20_10_Legislative entities
4	Included	Return	Line-end-two	Closeout Submittals	Ss_15_10_30_Excavating and filling systems	En_20_10_45_Governmental buildings
5	Layer	Supply	Box-lowerleft	Contract Drawings	Ss_15_10_30_05_Backfill systems	En_20_15_Administrative office entities
6	Mix	Structural	Box-upperright	Contract Drawings	Ss_15_10_30_25_Earthworks excavating systems	En_20_15_10_Multiple occupation office buildings
7	Optional			Contract Modifications	Ss_15_10_30_27_Earthworks filling systems	En_20_15_70_Single occupation office buildings
8				Contract Specifications	Ss_15_10_30_29_Earthworks filling systems around trees	En_20_20_Secular representative entities
9				Design Data	Ss_15_10_30_31_Earthworks filling systems behind retaining walls	En_20_20_10_Buildings for representatives of nation states abroad
10				Design Review Comment	Ss_15_10_30_65_Puddled clay lining systems	En_20_20_40_Local government buildings
11				Manufacturer Field Report	Ss_15_10_30_90_Topsoil filling systems	En_20_20_50_National government buildings
12				Manufacturer Instructions	Ss_15_10_33_Ground gas disposal systems	En_20_20_70_Regional government buildings
13				Operation and Maintenance	Ss_15_10_33_34_Ground gas collection and venting systems	En_20_45_Motor vehicle maintenance and fuelling entities
14				Preconstruction Submittals	Ss_15_10_35_Ground remediation systems	En_20_45_50_Motor vehicle fuelling and charging entities
15				Product Data	Ss_15_10_35_07_Bioremediation systems	En_20_45_54_Motor vehicle servicing and repair entities
16				Punch List Items	Ss_15_10_45_Landfill systems	En_20_50_Commercial entities
17				Request for Information	Ss_15_10_76_Site waste disposal systems	En_20_50_05_Auction buildings
18				Requests for Information	Ss_15_10_76_21_Dewatering systems	En_20_50_22_Department stores
19				Samples	Ss_15_10_78_Slurry wall systems	En_20_50_29_Financial and professional services buildings
20				Shop Drawings	Ss_15_10_80_Stabilization systems	En_20_50_50_Markets
21				Specifications	Ss_15_10_80_33_Erosion control systems	En_20_50_53_Mixed use buildings
22				Test Reports	Ss_15_10_80_70_Rock bolting and dowelling systems	En_20_50_55_Motor vehicle sales entities
23					Ss_15_10_80_80_Soil nailing systems	En_20_50_80_Shop units
24					Ss_15_10_80_85_Subterranean void filling systems	En_20_50_85_Supermarkets
25					Ss_15_30_Remediation, repair and renovation systems	En_20_50_97_Wholesale buildings
26					Ss_15_30_10_Building services remediation systems	En_20_55_Postal communications entities

Figura 65: Folha "Picklist" do ficheiro COBie gerado (Elaborado pelo autor)

## 4.6 Integração BIM-FM através do *software* Archibus

A ideia inicial de integração entre o *Autodesk Revit* e o Archibus era a de permitir testar a interoperabilidade através do ficheiro COBie, sendo este diretamente importado para o *software* de *facility management*. Entretanto, devido a limitações de tempo para a execução do trabalho e, principalmente, o grau de complexidade desta tarefa, optou-se por avançar com as configurações para caracterização deste através de duas vertentes distintas: criação de um ficheiro COBie, para organização de dados, podendo ser utilizados em vários *software* de *facilities*, conforme subtópico acima e, para dar continuidade à integração BIM-FM, decidiu-se submeter as informações do projeto para o Archibus através do *plug-in* no Revit pela configuração direta destes, sem depender do ficheiro criado em Excel para estabelecer a correlação.

Antes de mais, todos os procedimentos descritos e informações relatadas neste documento foram obtidas através da versão 25.2 do *software* Archibus, em que foi utilizada especificamente a *Smart Cliente Extension, plug-in* instalado no Revit a fim de conectar o modelo ao banco de dados do Archibus, acrescido do módulo Archibus *Web Central*, o qual foi acedido através de uma entrada autenticada pela internet a partir do navegador da *web*.

#### 4.6.1 Configuração do modelo e transferência de dados

Após a instalação do *plug-in* seguida de autenticação inicial do Archibus, através do Revit e no ambiente *Web*, foi utilizado o *plug-in* para subsidiar o processo de envio de informações. Basicamente, dentro do módulo de extensão, foram utilizadas as ferramentas *Properties*, *Catalog*, *Edit Data*, *Publish 2D*, para caracterização do património edificado, conforme ilustrado na Figura 66.

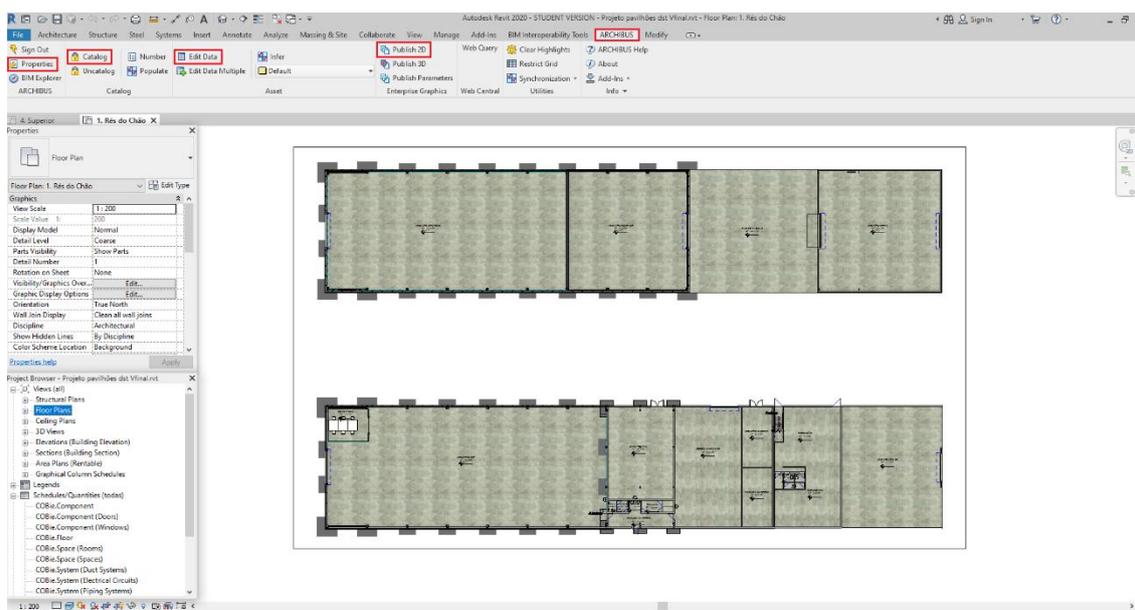


Figura 66: Barra de ferramentas do *plug-in* da Archibus no Revit (Elaborado pelo autor)

Inicialmente, foi necessário caracterizar a edificação, bem como o pavimento e as unidades de medida que seriam enviadas ao Archibus como referência. Para tal, foi utilizada a funcionalidade *Properties* a fim de definir o que haveria de ser enviado ao ambiente *Web*. A Figura 67 retrata o processo realizado para o piso rés do chão. O mesmo foi repetido para o pavimento superior do edifício B.

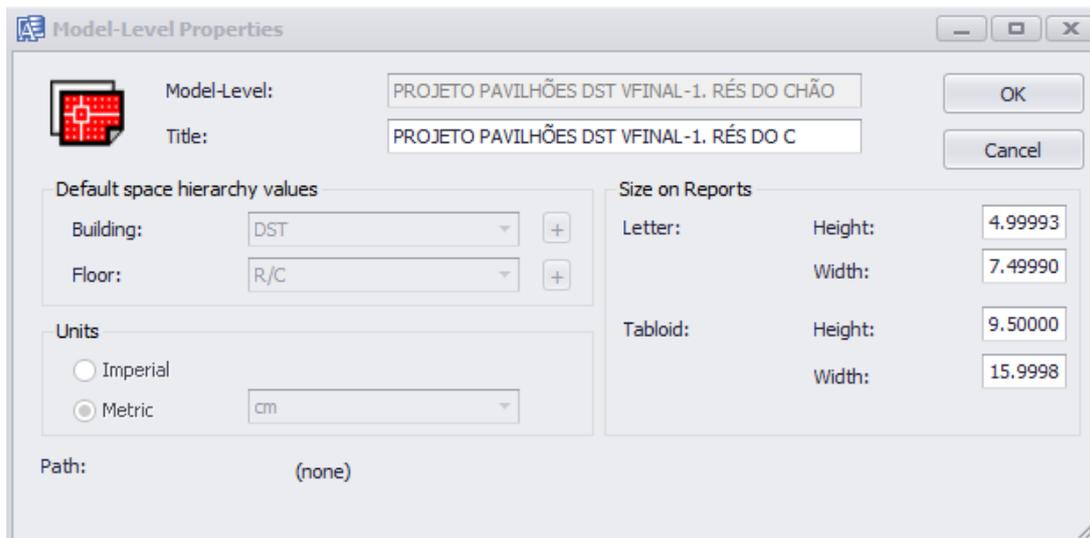


Figura 67: Barra de propriedade com inserção de dados utilizada para o pavimento R/C (Elaborado pelo autor)

A etapa subsequente teve como intuito identificar as funcionalidades dos espaços e componentes que foram projetados. Tal funcionalidade requer caracterizações acerca dos ambientes (*Rooms*) e equipamentos (componentes). No presente trabalho foram adotados como equipamento/mobiliário: mesas de escritório, cadeiras, lavatórios, sanitas, entre outros. O ícone utilizado para tais configurações foi o *Edit Data*, conforme Figura 68.

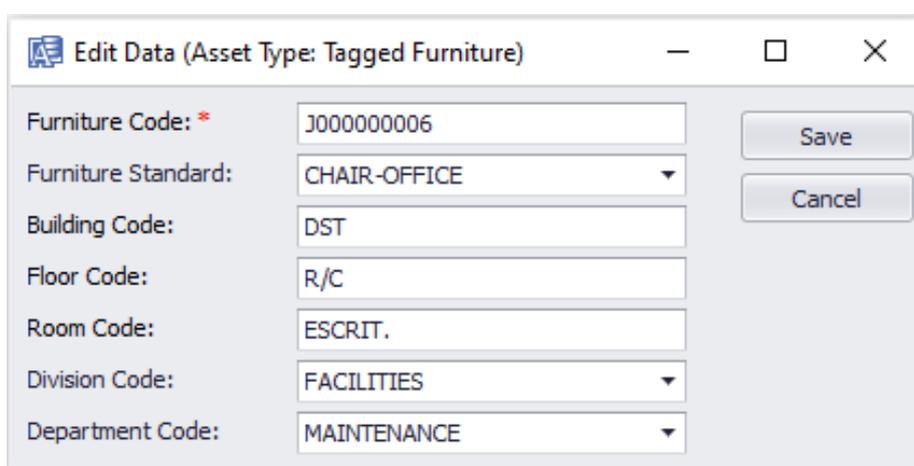


Figura 68: Exemplo de edição e definição de dados para ambientes do patrimônio edificado (Elaborado pelo autor)

Em seguida o mesmo processo foi adotado para preenchimento dos demais ambientes, tendo como princípio a repetição dos dados referentes ao: *Division Code* e *Department Code* tal e qual

o explicitado na figura acima, ou seja, *Facilities* e *Maintenance*, respetivamente. Esse preenchimento é importante, pois quaisquer equipamentos cadastrados nestes ambientes possuirão um conjunto de características automaticamente preenchidas e condizentes com tal catalogação, derivadas de um reconhecimento automático do espaço que estão situados.

A Figura 69 representa o preenchimento de um mobiliário, nomeadamente uma cadeira para escritório, enquanto a Figura 70 representa o preenchimento automatizado para um lavatório. Tais registos de equipamentos/mobiliários são oriundos das características inerentes a cada ambiente em que os equipamentos se encontram, conforme as particularidades destes.



Field	Value
Furniture Code: *	J000000006
Furniture Standard:	CHAIR-OFFICE
Building Code:	DST
Floor Code:	R/C
Room Code:	ESCRIT.
Division Code:	FACILITIES
Department Code:	MAINTENANCE

Figura 69: Exemplo de edição e definição de dados para mobiliário do património edificado (Elaborado pelo autor)

Vale a pena salientar que nesta etapa apenas é possível preencher o campo *Furniture Standard* e, por consequência o seu respetivo código, uma vez que todos os outros parâmetros já foram automaticamente preenchidos de acordo com a localização do objeto cadastrado no projeto ou correlacionados ao departamento ao qual pertencem, que nesse caso é o departamento de manutenção de instalações, estando localizado no escritório / pavimento rés do chão. Ambos são selecionados de acordo com a biblioteca existente no Archibus e foram escolhidos de acordo com as características mais próximas do mobiliário em questão.

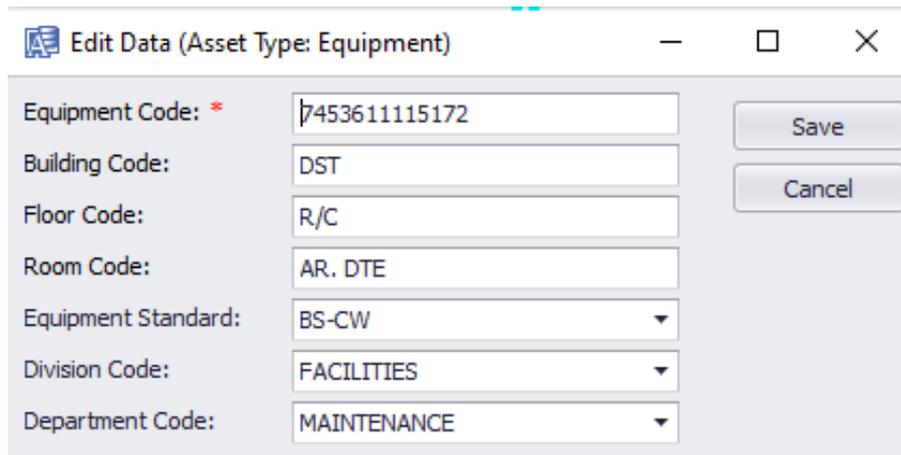


Figura 70: Exemplo de edição e definição de dados para equipamentos do património edificado (Elaborado pelo autor)

Uma vez definidas as características de ambientes (*Rooms*), equipamentos e mobiliário, sucedeu-se com a catalogação de todas as configurações, a fim de transferir a informação geométrica e não geométrica para o Archibus. A Figura 71 representa o processo.

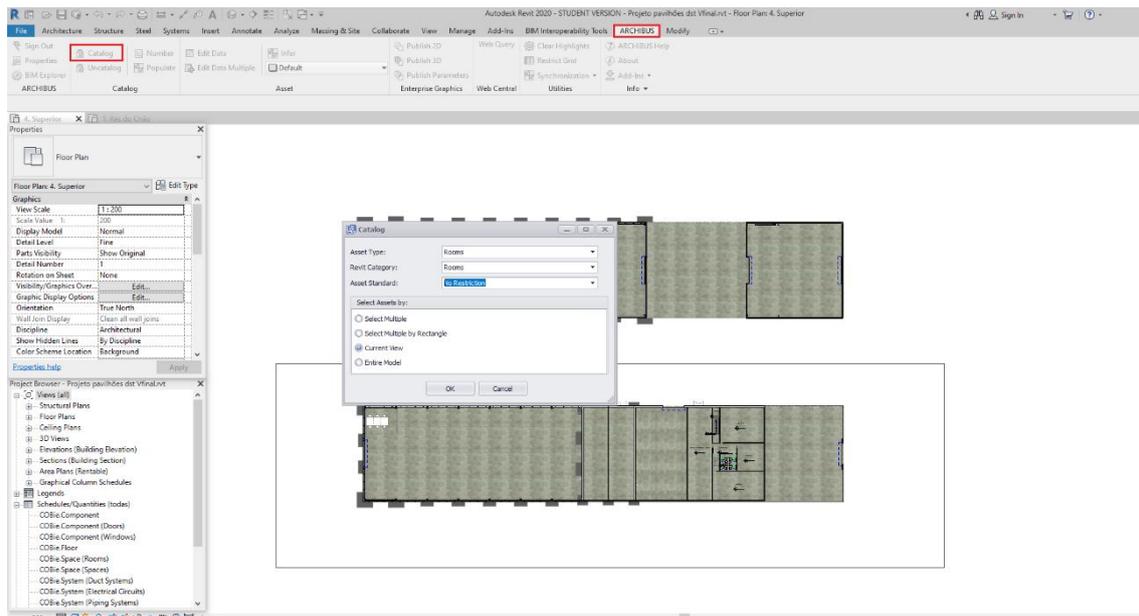


Figura 71: Processo de catalogação de informação (Elaborado pelo autor)

Após concluída a etapa supracitada é necessário transferir as informações do *software* Revit para o Archibus, através da publicação geométrica de todo o modelo configurado, incluindo ambientes, equipamentos e mobiliários. A Figura 72 apresenta as configurações já representadas no Archibus, bem como algumas informações caracterizando o parque edificado através dos ambientes,

pavimentos e respectivas áreas, sendo divididos de acordo com a especificação dada a cada *Room* no Revit e, de acordo com as cores pré-estabelecidas no Archibus.

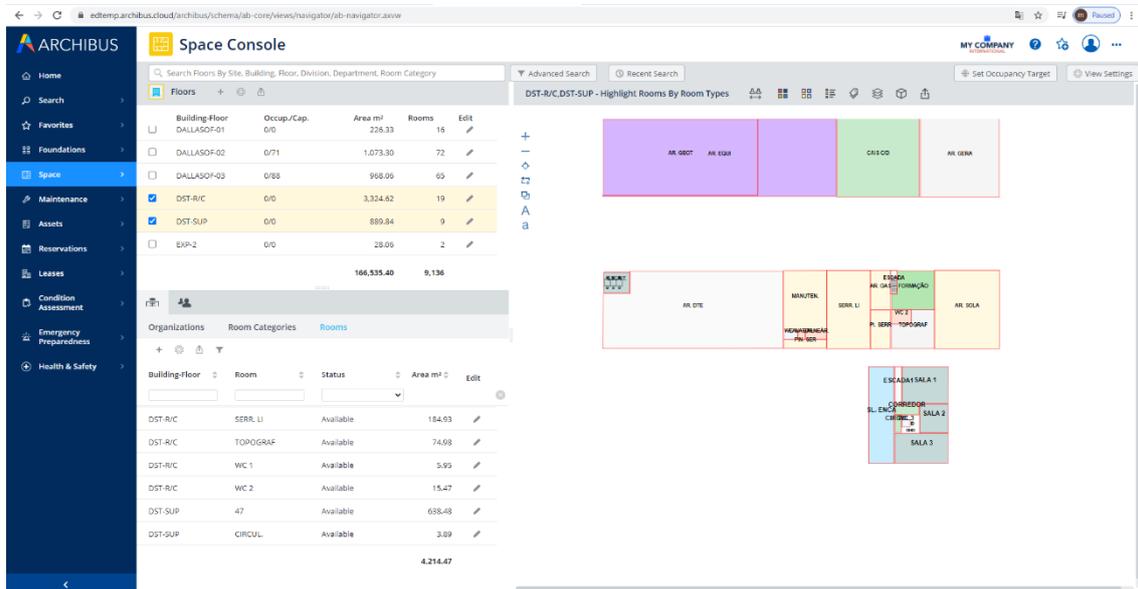


Figura 72: Importação de dados registrados no *software* Revit e enviados ao Archibus (Elaborado pelo autor)

Como referido, os ambientes foram agrupados através de cores que representam as características da informação partilhada entre os *software*. A Figura 73 categoriza o agrupamento formado de acordo com os ambientes e as suas cores de delimitação.

Category/Type	Area m <sup>2</sup>	Rooms	Legend
▶ [Unassigned]	655.97	3	
▶ A. TÉCNICA	972.26	2	
▶ CIRCULAÇÃO	368.37	3	
▶ MEETING	167.99	2	
▶ OFFICE	171.65	4	
▶ SERV	35.89	5	
▶ SUPPORT	1,134.18	3	
▶ WKSTN	708.16	6	

Figura 73: Segmentação de ambientes por cores (Elaborado pelo autor)

A qualquer momento é possível alterar o ambiente pré-determinado, bem como criar categorias de tipo distintas das supracitadas, de acordo com a necessidade imposta pelo *facility manager*, de modo a manter toda a informação padronizada e organizada permitindo criar a identidade que seja necessária.

#### 4.7 Organização dos dados para manutenção preventiva e corretiva

O *software* Archibus fornece uma gama de possibilidades para organização e catalogação de dados, nas mais variadas áreas de interesse para gestão de um edifício. Os ambientes podem conter informações acerca de funcionários, equipamentos e categorias relacionadas entre si. Aos equipamentos, podem ser nomeados técnicos responsáveis, procedimentos de manutenção e documentos condizentes aos mesmos.

O intuito deste subtópico é dar continuidade aos procedimentos no *software* Archibus que foram utilizados a fim de elucidar como seria a validação e abordagem para a manutenção preventiva e corretiva.

#### 4.7.1 Bases para Manutenção Preventiva

Segundo Ferreira (2009) a manutenção de um edifício está intrinsecamente ligada à necessidade em otimizar o seu desempenho durante a sua utilização, de modo a manter a satisfação e conforto dos utilizadores. Desta forma, é possível evitar a degradação precoce oriunda do desgaste natural dos edifícios através de ações que prolonguem a vida útil dos elementos.

Sendo a manutenção preventiva voltada para a execução de um conjunto de ações de manutenção em intervalos pré-determinados ou com base em critérios específicos, é preciso conhecer o desempenho dos elementos, bem como gerar dados a fim de sistematizar planos de inspeção e manutenção desde a fase inicial de projeto e contribuir, portanto, para a redução de custos globais (Flores-Colen & Brito, 2010). Para tal tomaram-se por base os principais elementos que afetam a boa utilização e melhor desempenho do edifício em estudo, de acordo com a equipa que encabeçou o estudo por parte da DST. São eles: as caleiras e os pavimentos.

As principais anomalias oriundas do mau funcionamento das caleiras ocorrem nos meses mais chuvosos, nomeadamente os meses entre novembro e março, tendo maior intensidade em novembro e fevereiro, meses estes que exigem um melhor funcionamento destes elementos fonte de manutenção. Apesar de um estudo prévio realizado na conceção do projeto acerca do seu funcionamento constatando que as mesmas atendem às necessidades de escoamento de acordo com os critérios regulamentares, é necessário adotar algumas medidas a fim de otimizar o desempenho das mesmas.

O principal problema que impede o bom funcionamento ocorre quando folhas e a própria sujidade faz com que as caleiras fiquem entupidas e não consigam escoar as águas pluviais, ocasionando vazamentos e por consequência gerando outras patologias que resultam de tal falha.

No que respeita à outra anomalia abordada neste documento, trata-se do surgimento de fissuras nos pavimentos industriais em betonilha, os quais, apesar de não terem sido feitas inspeções que comprovem e confirmem as causas acerca de tais anomalias, aparentemente, as principais ligações de causa/efeito estão relacionadas com as cargas elevadas às quais o mesmo está sujeito, bem como alguma falha não registada decorrente da deficiente execução do mesmo. Arcelor Mittal (2014) corrobora com as possíveis causas de fissuração como sendo as citadas acima. Retrata que as fissuras em pavimentos com a mesma utilização do pavimento em questão geralmente são originadas pelo mal assentamento, quer por má conceção de base/sub-base,

humidade do solo, ou compactação insuficiente, dimensionamento deficiente, instalação precoce de maquinaria, entre outras possibilidades.

Foi estipulado um conjunto de ações de manutenção de acordo com alguns dos critérios abordados na NP 4483 (2008), os quais têm como intuito a: determinação de potenciais anomalias e suas causas; avaliação da necessidade de ações a empregar para prevenir o surgimento das mesmas e determinação e implementação de ações preventivas necessárias.

Para o caso das caleiras, pode-se diminuir a entrada de folhas com a simples colocação de uma rede de proteção de caleira, entretanto tendo em vista a dimensão do edifício e os custos inerentes a esta colocação, pretende-se adotar a estratégia de limpeza para este efeito.

Para o caso dos pavimentos industriais será adotada a estratégia padrão que a empresa em questão executa e que será abordada ainda neste capítulo na subsecção 4.7.2.

#### **Catálogo de Manutenção Preventiva no Archibus**

Ao utilizar as ferramentas do Archibus, é possível otimizar o tempo e esforço necessários para que o processo de manutenção preventiva seja executado, desde o planeamento, agendamento, execução propriamente e, por fim, rastreabilidade da informação gerada.

Em primeiro lugar é necessário conhecer as necessidades do edifício e o plano que será gerado pela própria empresa ou empresa responsável pela manutenção. Para tal, algumas informações são importantes, tais como: datas, características dos procedimentos e recorrências da manutenção preventiva. Após ter todo esse quadro definido, é possível inserir as informações no planeador do programa, criando o cronograma, quer local, quer por equipamento/mobiliário, o que facilita o filtro de informações em buscas posteriores.

A Figura 74 retrata o preenchimento das etapas do procedimento referentes à limpeza da caleira. Entretanto, também foi inserida toda a informação acerca dos procedimentos, equipa de trabalho a executar o serviço, bem como a quantidade de horas gastas para tal. A Figura 75 mostra os procedimentos a serem seguidos com base no filtro utilizado por ambiente para a manutenção preventiva descrita. Já a Figura 76 retrata o agendamento da execução dos serviços de manutenção para o mesmo ambiente, de acordo com o estipulado.

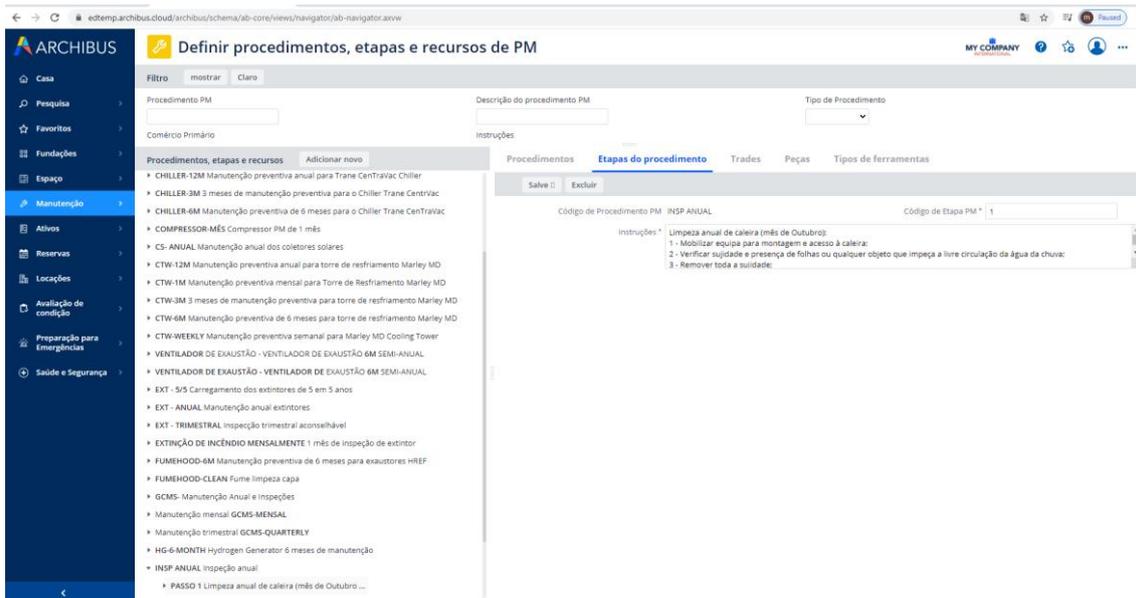


Figura 74: Procedimentos de execução para manutenção preventiva em calceira (Elaborado pelo autor)

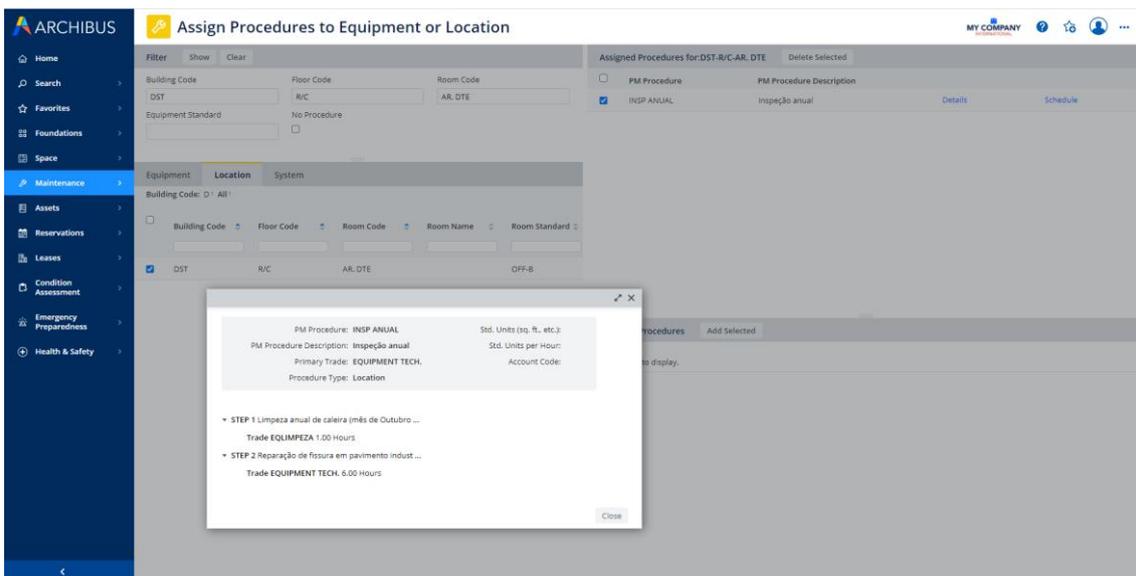


Figura 75: Filtro de agendamento de serviço gerado para manutenção preventiva por ambiente: Armazém DTE (Elaborado pelo autor)

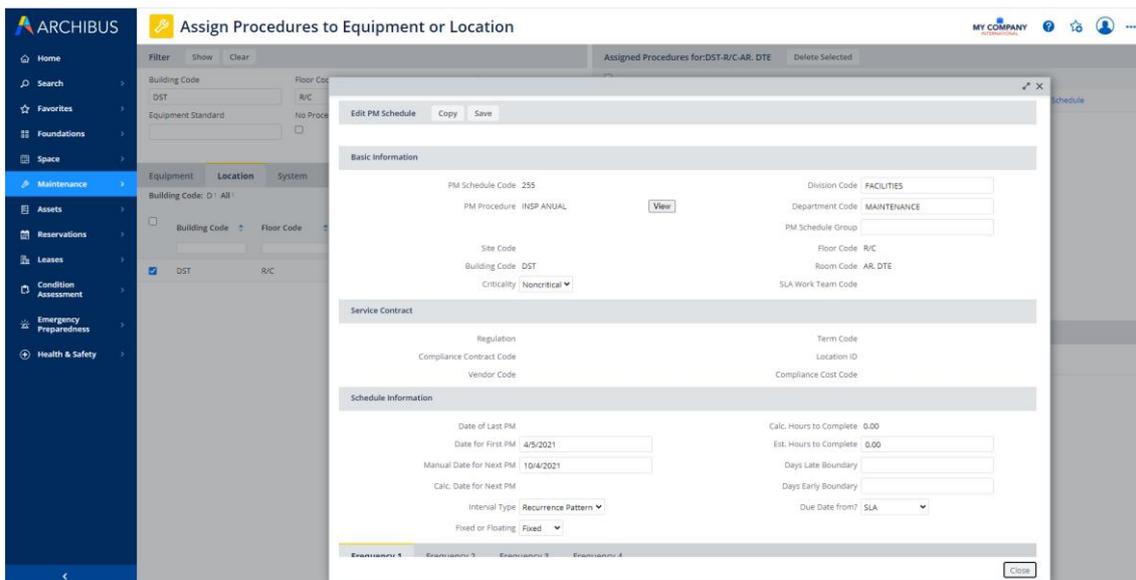


Figura 76: Agendamento de serviço gerado para manutenção preventiva: Armazém DTE (Elaborado pelo autor)

Após conferir todos os procedimentos a serem executados na manutenção preventiva, é possível finalizar o agendamento e ajustar a recorrência do procedimento. Tal fator permite automatizar as ordens de serviço, dentro do *software* a fim de encaminhar a execução das tarefas à equipa ou mesmo ao funcionário designado para tal. É possível, ainda, personalizar outras informações que a equipa de *facility manager* julgue necessárias para os edifícios em questão.

A Figura 77 mostra as opções que o gestor pode utilizar com o intuito de combinar os dados para melhor documentar e registar a gestão da edificação. Entre alguns exemplos, pode-se destacar informações acerca de: garantias de equipamentos, gestão de inventário de peças, fornecedores de peças, ordens de compra, definição de equipas de trabalho, definição de reparos, causas, problemas, ferramentas, entre outros.

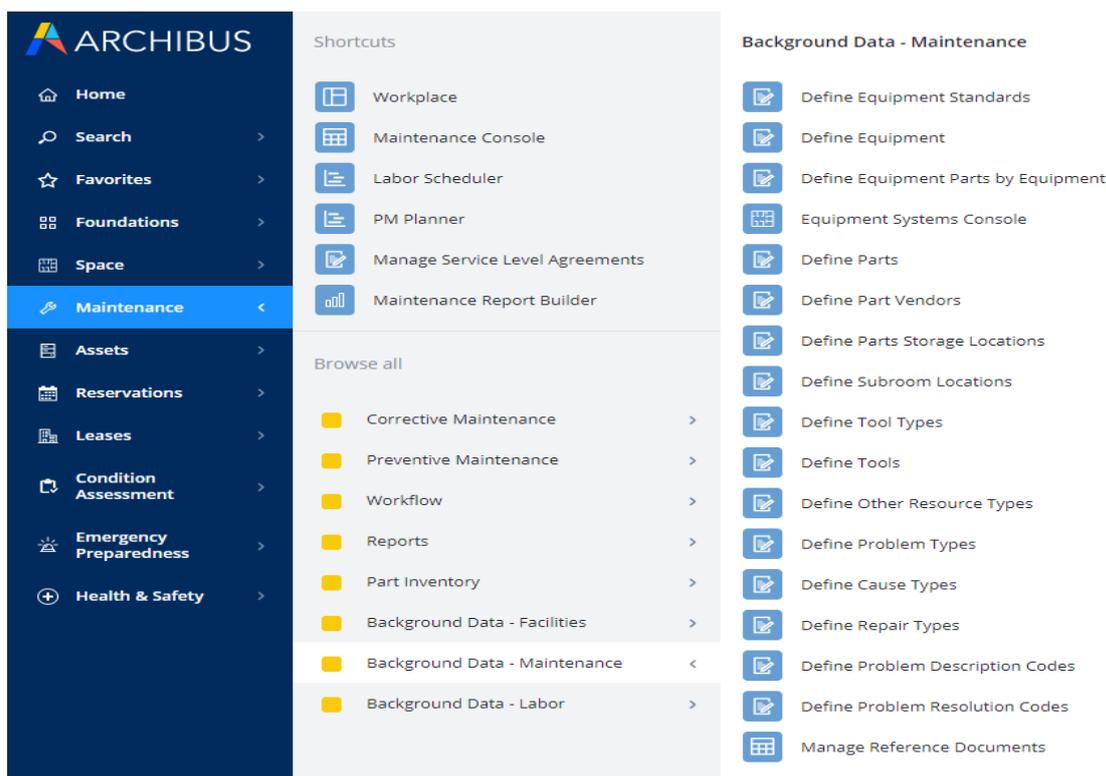


Figura 77: Outras informações disponíveis sobre manutenção para catalogação no Archibus (Archibus, 2020)

#### 4.7.2 Bases para Manutenção Corretiva

O nível mais recorrente no âmbito da manutenção é a corretiva, visto que se trata de uma abordagem cuja necessidade de planeamento é pouco e, geralmente tem custo de implementação baixo em detrimento dos outros tipos. Torna-se mais eficaz planejar e prever esta atividade, de acordo com o conhecimento adquirido e as características prediais, a fim de colher os benefícios da gestão de instalações, e minimizar as consequências resultantes das interrupções não planeadas para além de poder reduzir os custos com as reparações. Contudo, sabe-se que as manutenções corretivas ainda se fazem muito presentes na realidade portuguesa e mundial, sendo executadas, para este efeito de forma reativa.

Antonioli (2003) relata que, ainda que a manutenção preventiva se faça presente e seja planeada corretamente, deverá existir espaço para a manutenção corretiva na mesma edificação e, acrescenta que a quantidade de vezes que as equipas forem mobilizadas e retiradas das suas funções originais para tratar da manutenção corretiva deverá ser inversamente proporcional à eficiência da manutenção preventiva planeada para o parque edificado. A Figura 78 retrata um esquema padrão de manutenção corretiva.

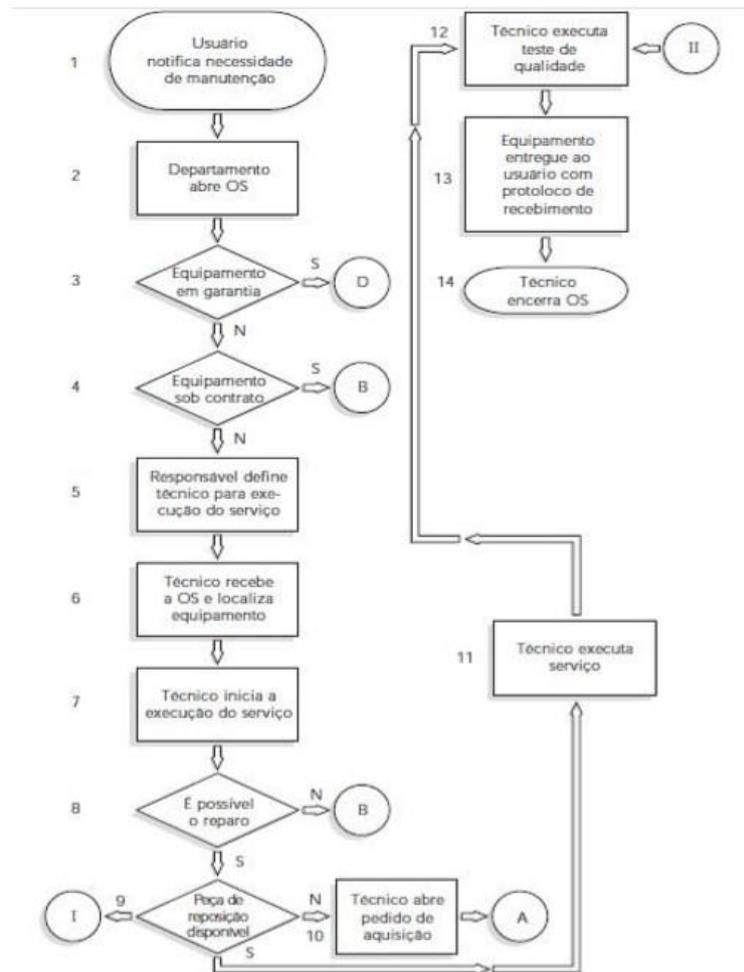


Figura 78: Rotina de manutenção corretiva, segundo Calil; Teixeira (1998)

Pelo exposto, a manutenção corretiva visa dar maior fiabilidade ao equipamento/edifício, sendo solicitada aquando da falha do material, incorporando segurança através de estratégias que versam a redução de deteriorações e falhas. É possível obter informações úteis que devem ser utilizadas para prevenção de manutenção dos próprios equipamentos reparados para melhoria das instalações (Ahuja, 2009).

Para o caso dos pavimentos industriais na empresa DST será adotado o procedimento de fresagem e limpeza da fissura, seguida pela selagem através de preenchimento aderente e impermeável de acordo com as patologias existentes. Os procedimentos de manutenção corretiva serão descritos no subtópico seguinte.

### Catálogo de Manutenção Corretiva no Archibus

Um dos grandes benefícios que advém do *facility management* é a possibilidade de o gestor ter acesso a informações acerca do elemento/equipamento em utilização mesmo antes de ter de

inspecionar o próprio local, para uma eventual manutenção de urgência. Para elucidar este conceito, toma-se por base uma situação hipotética, conforme a descrita a seguir:

Situação hipotética: num dia normal, um funcionário que trabalha no armazém dte vai à casa de banho e verifica que o autoclismo apresenta uma fuga e solicita a intervenção ao setor de manutenção.

Conforme foi visto na Figura 78, tal funcionário deveria notificar, através de e-mail ou ligação ao setor responsável a fim de descrever a ocorrência e solicitar intervenção. Entretanto, por meio do Archibus o funcionário poderia utilizar alguns comandos e preencher alguns parâmetros pré-estabelecidos pelo setor de manutenção, o qual facilitaria todo o processo e melhoraria a precisão do pedido em questão, obtendo maior fluidez e menor tempo para solucionar tal avaria. A Figura 79 e a Figura 80 retratam a importância de uma descrição precisa cujo objetivo é colher os benefícios desta integração e melhorar a geração de fluxo de informações entre as partes envolvidas.

Maintenance Console

Report Problem

Requestor

Requested By\* FUNCIONÁRIO 1

Requestor Phone +351 111 222 333

Location

Use your assigned workspace location

Location PT DST\_PAVILHÃO A E B R/C WC1 Map

Describe the location Autoclismo da casa de banho próxima ao Armazém DTE

Equipment

Equipment Code

Warranty Vendor

Review Warranty Details List Request for Equipment

Figura 79: Identificação e localização por parte do funcionário 1 (Elaborado pelo autor)

The screenshot shows the 'Report Problem' interface in the 'Maintenance Console'. At the top, there's a header with the company logo 'MY COMPANY' and user icons. The main form area is titled 'Report Problem' and contains several sections:

- Warranty Vendor:** A field for the vendor name.
- Warranty Expiration Date:** A date field.
- Buttons:** 'Review Warranty Details' and 'List Request for Equipment'.
- Problem:** A section with two dropdown menus for 'Type of Problem' (selected as 'PLUMBING') and 'RESTROOM'. Below these is a 'View All Problem Types' link and a note: 'The more precisely you specify your problem, the better we can route it to people who can help.'
- Description:** A text area containing the description 'Vazamento em autoclismo da casa de banho.' Below it is a 'Select Description' button.
- Priority:** Radio buttons for 'Default' (selected), '1 day', '1 week', '1 month', and 'No urgency'.
- Workflow:** A section titled 'Workflow' with 'Workflow Steps: On status of Requested: Edit and Approve is required by AFM' and 'Request will be supervised by AFM'.
- Buttons:** 'Submit', 'Add Documents', and 'Cancel' at the bottom.

Figura 80: Preenchimento de opções e detalhamento da avaria (Elaborado pelo autor)

Através deste preenchimento, com informações acerca do funcionário que detetou o problema, localização da avaria, tipo de avaria identificada, descrição, prioridade na ordem de resolução e, ainda, a possibilidade de anexar outras informações é possível obter uma maior quantidade e qualidade de informações e aumentar a velocidade de resposta da equipa de manutenção, gerindo melhor as prioridades e, otimizando o processo como um todo. Vale a pena salientar que, o preenchimento e conseqüente configuração destes campos serão efetuados em listas e relatórios, quando solicitados ao próprio *software*, o que melhorará a qualidade das informações armazenadas permitindo um melhor planeamento e análise para ações futuras.

Para a situação 1 proposta, provavelmente uma equipa interna solucionaria o problema de forma simples, diagnosticando a avaria e procedendo à reparação. Para estruturas mais complexas, parte do diagnóstico pode ser realizado ao utilizar o modelo importado do *software* BIM para o *software* FM, utilizando a planta e os dados resultantes da interação BIM-FM.

#### 4.8 Análise Crítica dos Resultados

Os principais contributos extraídos do desenvolvimento deste documento serão explicitados nesta subsecção, levando em consideração que todo o processo foi subdividido em três etapas distintas: coleta de dados e fomento de necessidades por parte da empresa, DST, seguindo para as definições, análises e elaboração do modelo arquitetónico dos pavilhões através da ferramenta da Autodesk Revit e, por fim, a realização de testes no Archibus utilizando recursos do sistema CAFM.

Através dos contributos deixados pelo presente trabalho, pode-se validar o cumprimento dos objetivos estipulados inicialmente, no âmbito da implementação de uma metodologia fundamentada no contexto BIM-FM e o seu processo. É possível definir os passos a seguir para futura implementação do método de catalogação dos dados existentes nos projetos, a partir do cadastro dos ambientes do edifício e seus respetivos objetos, através de um *software* BIM, que permita a gestão e coordenação destas informações, de modo a obter dados atualizados e fidedignos a partir de um ficheiro Excel. É possível, ainda, com a metodologia apresentada, transferir o conjunto de dados obtidos para um *software* FM compatível, de modo a organizar e planear a manutenção preventiva / corretiva e integrar benefícios advindos do melhor controlo de materiais, equipas e necessidades para o bom funcionamento do edifício em questão e nos restantes edifícios do seu parque empresarial.

O modelo foi estruturado para a modalidade de arquitetura, entretanto toda a teoria abordada e todo o processo de organização de informações servem como base norteadora para aplicação nos demais projetos complementares, bem como, no que respeita à complexidade, em projetos mais intrincados e com maior quantidade de informações.

As análises feitas no âmbito da compatibilização entre o projetado e o executado mostrou que é extremamente importante atualizar os projetos de especialidades, num contexto geral, para que todos os dados possam estar sempre à disposição.

Pode-se dizer que, ao utilizar *software* no contexto BIM, tem-se muito a agregar, visto que é possível obter todas as informações sobre a edificação em um único documento. As possibilidades de utilização dos dados nas diferentes fases do ciclo de vida do imóvel de maneira automatizada são maiores e contribuem para o sucesso da gestão. Quando utilizados, as atualizações são feitas com maior agilidade e eficácia. Para além da vantagem supracitada, tornou-se mais fácil padronizar as informações de objetos, equipamentos e elementos, de modo que foi possível utilizar uma mesma linguagem de informação para os mesmos. Caso houvesse necessidade mais específica, também seria possível desenvolver uma linguagem de programação pela própria equipa a fim de caracterizar os seus edifícios.

Tal padronização foi possível através da configuração do ficheiro COBie que permite criar os dados de acordo com a categorização estipulada obtendo as principais informações acerca de cada elemento presente no projeto. As vantagens em se utilizar o ficheiro COBie são, sobretudo em relação à organização das informações e a possibilidade de mantê-las sempre atualizadas e de

acordo com o modelo em questão. Foi possível obter uma lista dos materiais, objetos e elementos modelados em que foram detalhadas várias especificidades acerca destes. Outros detalhes como: modelo de fabricante, tempo de garantia, indicação de período de manutenção, entre outros podem ser acrescentados manualmente no modelo e exportados para o ficheiro COBie complementando os dados para manutenção conforme a necessidade de informações.

Vale a pena salientar que muitos *software* FM aceitam ficheiros de padrão COBie a fim de receber e converter esses dados para posterior utilização na gestão de instalação. No caso em estudo o contributo deixado em ficheiro COBie foi criado como opção e recurso para ser utilizado pela DST na gestão da instalação e na possibilidade de o utilizar com outro *software* à escolha dos gestores aquando da implementação deste e dar continuidade com esta base para utilização dos demais edifícios. Foi possível salvar o modelo utilizado para catalogação desta edificação podendo, o mesmo, ser aplicado em outros projetos, ou seja, as configurações passaram a ser replicáveis, desde que se queira obter os mesmos resultados, características e padrão de informação acerca de qualquer que seja o projeto, o que favorece menor perda de tempo do ponto de vista da reprodutividade para projetos existentes e novos.

A fim de cumprir com os demais objetivos foi possível testar a integração Revit - Archibus no modelo em questão a fim de fundamentar e validar a utilização do BIM-FM em contexto empresarial. Para tal, optou-se por não recorrer ao uso do ficheiro COBie. Optou-se, portanto, como abordagem prática a inserção de dados através do *plug-in* do Archibus no Revit com o intuito de validar a interoperabilidade entre ambos. Foi possível partilhar dados geométricos e não geométricos acerca da edificação, os quais favoreceram a integração e troca de informações. Após a inserção de dados no *software* escolheram-se alguns dos sistemas mais críticos, de acordo com os gestores da empresa, para aplicar rotinas de manutenção preventiva e corretiva com o intuito de documentar, elucidar e otimizar tais processos na empresa. Os dados básicos foram preenchidos, de maneira prática e foi possível perceber a potencialidade dos recursos por parte do *software* utilizado, bem como pôde-se obter, de maneira registada, informações importantes para a gestão de instalações.

Algumas vantagens foram perceptíveis de acordo com tal implementação, nomeadamente nos processos de manutenção preventiva, corretiva e a interoperabilidade entre os *software* adotados.

A nível de planeamento, agendamento, execução e rastreabilidade do processo de manutenção preventiva, é possível perceber um ganho em agilidade e redução de esforço e tempo em tais

procedimentos. Uma vez que a empresa não detém um registro das manutenções (datas, recorrências, tempo necessário para cada atividade de manutenção, quantidade de funcionários a utilizar, entre outros) da edificação em estudo, é possível criar um cronograma que contenha todas as informações necessárias, detalhando o processo e os intervenientes a fim de gerar informações para futuras buscas a partir das catalogações realizadas.

Os procedimentos que foram agendados no âmbito da manutenção preventiva, podem, após a execução das atividades servir de registo e base para cálculo de custos inerentes ao processo, em que é possível obter a hora/homem necessária para tal ação, bem como os materiais e equipamentos utilizados (sendo alugados ou próprios). Com os dados devidamente preenchidos é possível ter uma estimativa de gasto para a atividade executada. Tais registos podem ser usados como base de cálculo para outra incidência com as mesmas características. A validação desta próxima etapa em concordância com a anterior valida e origina um histórico de manutenção fidedigno para tal ação. Torna-se possível, portanto, gerar um relatório de custo anual para este procedimento e, de acordo com o histórico de incidência encontrar tais informações através de filtros do próprio *software*, originado a partir de um fluxo de dados que permite um melhor planeamento da gestão de manutenção.

Outra vantagem se dá na possibilidade em agendar a manutenção preventiva, visto que, com o histórico de manutenção delineado, é possível preencher a ocupação e utilização de cada espaço do edifício, o que facilita à gestão de FM. É possível distribuir os colaboradores e/ou atividades para outro espaço ou ainda planear a manutenção para o dia/hora em que o ambiente em questão não esteja a ser utilizado, o que pode evitar interrupções nos fluxos de trabalho enquanto decorre a manutenção. Uma vez que a manutenção esteja agendada, o Archibus gera automaticamente as ordens de serviço para execução das tarefas e estas devem ser destinadas aos funcionários responsáveis.

No âmbito da situação hipotética levantada na subsecção 4.7.2, que gera uma solicitação de atendimento em virtude da deteção de uma anomalia por parte de um funcionário, pode-se destacar sobretudo a vantagem em se obter um relatório detalhado de uma avaria em determinado objeto/equipamento antes mesmo de ser feita uma inspeção no local. Através do preenchimento de uma série de comandos e parâmetros pré-estabelecidos pelo próprio software é possível facilitar e melhorar a precisão do pedido originado pelo funcionário que detetou a avaria, o que acarretará em maior agilidade de resposta e atendimento. É possível adicionar contacto, tipo de problema,

localização e fazer uma breve descrição da ocorrência. Quanto mais rico em detalhes, maior pode ser a velocidade de resposta da equipa de manutenção, que analisará o pedido após a solicitação de atendimento ter sido gerada. Tudo o que for escrito nos campos de preenchimento constará em relatórios e listas, com o intuito de permitir melhor análise e planeamento para ações futuras.

Como se sabe, para gerar um fluxo de trabalho eficaz no âmbito da gestão de manutenção preventiva e corretiva, é necessário garantir a rastreabilidade das informações. São várias as opções que podem ser consultadas com base no preenchimento das informações da subseção 4.7, como por exemplo, histórico de serviços solicitados, informações sobre elementos / objetos, entre outros. A implementação de tal metodologia garante o acesso facilitado de uma lista de relatórios que pode ser obtida através da integração entre os *software* BIM-FM.

#### 4.9 Síntese do capítulo

Este capítulo apresenta os conceitos acerca da implementação real da metodologia BIM-FM numa empresa de construção, utilizando pressupostos fidedignos para a estruturação. Evidencia ainda as dificuldades aquando da sua implementação, seja a nível de projeto e suas compatibilizações, seja a nível de otimização de informação para interoperabilidade entre os *software*.

Para que se inicie a implantação do processo BIM-FM em edifícios existentes, algumas variáveis devem ser consideradas e obtém grande relevância no âmbito desta aplicação. O fator modelação é o primeiro a ser considerado, uma vez que o fato de não possuir todas as especialidades, ou mesmo não ter a especialidade atualizada, podem atrasar ou mesmo inviabilizar o processo. No caso em questão a ausência da especialidade arquitetura em modelo BIM dificultou, entretanto não inviabilizou o estudo. Durante a modelação, deve-se considerar apenas o que é relevante para as análises que serão feitas posteriormente e, cabe ao gestor definir quais especialidades são necessárias e quais detalhes de objetos / modelação são importantes.

As maiores dificuldades nesta dissertação, entretanto foram: *i)* complexidade em organizar/catalogar todos os dados do edifício em padrão COBie de maneira automatizada e *ii)* bibliografia limitada acerca do processo de interação entre o ficheiro gerado e o Archibus. Tais dificuldades foram ultrapassadas aquando da organização manual dos objetos / elementos em ficheiro COBie e inserção direta do *software* Revit para o Archibus. Tais limitações permitem perceber que este tema ainda pode ser amplamente explorado. O *software* Archibus permite, ainda, uma vasta possibilidade de configurações para além dos processos de catalogação de

manutenção preventiva e corretiva e que podem auxiliar o gestor de instalações de acordo com o que se espera.

## CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi motivado pelo desejo em construir informações relevantes e sólidas acerca de elementos, objetos e equipamentos relativos ao a uma parte do património edificado do parque empresarial do grupo DST e que permitisse, no processo de catalogação de informação, a reprodutividade de todo o método em maior escala contribuindo assim para o início de uma nova era pautada por conceitos voltados para o *facility management* em contexto BIM.

Para tal, foi necessário adquirir novos conhecimentos e validar outros adquiridos por parte da indústria AEC. É fatídico afirmar, com base na literatura consultada, que a implantação do BIM-FM está a percorrer passos mais largos, entretanto, ainda em pequena escala, encontrando-se ainda numa fase experimental na maior parte das empresas e edifícios, sejam eles públicos ou privados. No que respeita a empresas privadas a aplicar tal metodologia, grandes incorporações já percebem a funcionalidade, sobretudo nos aspetos organizacionais e financeiros, com o passar do tempo, o que evidencia a implementação do sistema CAFM nas suas instalações. Neste aspeto fica evidente a carência de exemplos de aplicações deste género. Espera-se, portanto que, com o avanço de ferramentas e tecnologias no auxílio aos gestores prediais, seja possível diminuir os custos. Tal processo deve iniciar pela conscientização e crescente perceção dos *stakeholders* por parte destes contributos a fim de gerar maior aceitação, tendo como resultado um melhor planeamento no uso, operação e manutenção de uma edificação, vindo a acelerar o processo de utilização destas práticas.

Sabe-se que algumas barreiras precisam ser ultrapassadas para progredir a este nível e, uma das etapas complicadas e que afetam boa parte das empresas que querem trabalhar com tal temática é minimizada nesta organização: que é possuir um departamento que possa auxiliar no contexto BIM. Uma vez desenvolvidos os modelos BIM para serem utilizados na fase de manutenção e operação, sendo eles devidamente atualizados e com parâmetros específicos para esta fase devidamente configurados, passam a agregar benefícios a outras aplicações atendendo às necessidades de qualquer empresa com este objetivo em todo o ciclo de vida da edificação.

Algumas empresas que não detêm de um departamento BIM, ou um corpo técnico que consiga implementar o BIM-FM tendem a ter maior dificuldade em obter precisão de informações e da geometria do projeto, visto que os maiores esforços, atualmente, para implementação do FM têm origem em etapas anteriores a este. Tal fator evidencia o potencial desta área e valida a relevância

deste tema/trabalho para a AEC. Sabe-se que, a procura por estas tecnologias, sobretudo mão de obra específica que saiba operacionalizar todas estas informações no contexto dos *software* BIM-FM para levar ao máximo a potencialidade deste tema é, certamente, um divisor de águas no tocante à implementação destes métodos de gestão e seus benefícios.

No que se refere à ferramenta Archibus, esta apresenta vantagens de utilização e contribuições relevantes quanto ao planeamento de manutenção de uma edificação, seja preventivo ou corretivo. É possível ter uma lista completa de equipamentos e serviços a realizar, de modo a: programar a manutenção, emitir ordens de serviço, estabelecer funcionários a executar a manutenção em dia e horário específico, otimizar todo o processo de tomada de decisão para facilitar a manutenção do parque edificado, entre outros recursos disponíveis pelo *software*. Entretanto, é preciso perceber que o Archibus ou qualquer outro sistema é o meio e não o fim de todo o processo e que todas as etapas e tomadas de decisão são importantes para se obter o resultado desejado a nível de operacionalidade, economia e gestão de recursos e pessoas numa instituição.

## 5.1 Contributos da investigação

Mudança de paradigmas, de conceitos e execução são alguns dos desafios pertinentes ao dia a dia da indústria da construção. Sabe-se que muita energia é gasta para que se consiga operacionalizar tais conceitos de maneira prática, de modo que fundamentem e reestruturem uma nova cultura empresarial em determinada organização. As empresas que percebem esse valor agregado na mudança conseguem ir além do tradicional e saem à frente das demais nesse mercado competitivo.

Foi intuito dessa dissertação gerar uma cultura voltada à organização de dados e informações de projetos e, por consequência, transformar os mesmos em informações relevantes para a manutenção do parque edificado.

De uma forma geral, tem-se no presente trabalho todo o processo que permite a obtenção desses dados, de maneira real e com as limitações impostas em cada processo. Foi possível elucidar quais as variáveis relevantes a todo o contexto em que está inserido o BIM-FM e a aplicação da tecnologia CAFM, no âmbito dos *software* Revit e Archibus. Foram discutidas as dificuldades inerentes ao desenvolvimento do modelo, que não se encontrava atualizado em relação ao construído, a problemática em torno disto e a necessidade em concluir o modelo antes de projetar qualquer aplicação em torno do FM; a complexidade em se obter informações do ficheiro COBie,

bem como suas vantagens da aplicação deste, para além da configuração deste ficheiro como molde para futuras aplicações e a facilidade que esta proporciona para a empresa que o utilize; todo o processo de exportação de informações, bem como a interoperabilidade necessária entre *software* BIM-FM e o padrão de manutenção preventiva e corretiva que pode ser obtido, com maior agilidade em toda a conjuntura da edificação.

Por fim, discutiram-se quais os outros contributos oriundos da utilização de *software* BIM-FM e qual a importância de tal implementação para a gestão de instalações da empresa. Todas estas informações foram compiladas conforme Tabela 13 a fim de resumir o processo de inserção do BIM-FM em ambiente empresarial, conforme relatado em capítulos anteriores.

Tabela 13: Tabela elucidativa do processo de aplicação BIM-FM (Elaborado pelo autor)

PRÉ-REQUISITO PARA IMPLEMENTAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES BASEADOS NO BIM-FM	QUESTÕES OU RECOMENDAÇÕES PRÉVIAS	Conhecer as necessidades de uso e operação do parque edificado;
		Conhecer a logística de utilização do edifício e seus potenciais problemas;
		Estipular objetivos aquando da inserção do CAFM e da metodologia BIM-FM;
		Identificar os intervenientes da instituição em todo o processo de gestão;
		Definir o programa de requisitos BIM: normativas, orientações para nomear os arquivos, requisitos e parâmetros necessários à aplicação;
	AÇÕES PARA AJUSTES NO MODELO BIM	LOD – Analisar a necessidade de detalhamento conforme a aplicação de FM a utilizar para cada caso;
		Compatibilizar o projeto conforme o executado, para edifícios existentes, contemplando as especialidades necessárias de acordo com as características;
		Cadastro de informações da edificação e seus ativos;
		Sincronização entre a equipa de projeto e equipa FM para fluxo de informações e dados;
	APLICAÇÃO FM	Catálogo de dados para o parque edificado em <i>software</i> FM, contendo informações sobre o mesmo (listagem de ativos e funcionários, característica dos espaços, localização, padronização e divisão de responsabilidades);
		Perceção acerca da informação definindo onde e como esta é armazenada e quem da equipa terá acesso;
		Sincronização entre o modelo BIM e o <i>software</i> FM;
		Desenvolver esquema e padrão de manutenção a aplicar, cadastrando no <i>software</i> ;
		Analisar dados, otimizar processos e revisar a metodologia aplicada na instituição.

## 5.2 Conclusão e trabalhos futuros

Com base na literatura consultada, nos casos de estudo e no próprio contributo deixado por parte desta dissertação, fica evidente a relevância do estudo acerca do *facility management* e do BIM para o ciclo de vida das edificações e suas fases de manutenção e operação. Vale a pena salientar,

porém, que a eficácia de tal metodologia depende de algumas variantes, tais como: perceber quais os reais objetivos da instituição a aplicar o BIM-FM; quais os processos a desenvolver para alcançar esses objetivos e como os intervenientes podem influenciar a fim de atingir tais resultados, entre outros. Tais variantes irão determinar como o edificado deve ser gerido. É importante alertar para a escolha do *software* e qual o conseqüente investimento em detrimento da escolha, para além da formação dos colaboradores ou mesmo da contratação de mão de obra especializada para tal. É necessário ter uma equipa multidisciplinar que atue em trabalho colaborativo entre os mesmos e que, embora desempenhem papéis diferentes, são demasiados importantes e necessitam trabalhar em coesão para atingir os objetivos pré-estabelecidos. Quanto mais complexo o projeto e o nível de exigência para extração de resultados, mais tempo e empenho deve-se ter para tal fim.

Apesar de muito incipiente a utilização do BIM em aplicações CAFM, pode-se considerar este tema bastante promissor e aliciante, visto terem aplicações relevantes. Entretanto existe pouca informação acerca da sua utilização na literatura, o que torna necessário despender grandes esforços para se obterem informações válidas e avançar com o uso do BIM nas fases de operação e manutenção, pois as informações não são tão bem aproveitadas nesta fase quando em comparação às demais fases de construção. Sabe-se da importância em se ter a equipa de FM desde o início do ciclo de vida das edificações e alguns motivos que sustentam tal pensamento devem-se ao facto de poder criar métodos de trabalho, definir critérios no armazenamento das informações, discutir melhores soluções com a mentalidade na operação e manutenção, entre outros, o que diminuiria o tempo de implementação deste.

Para edificações existentes há maiores dificuldades seja no âmbito da geometria e a possibilidade de existência de objetos/elementos ocultos, falta de histórico de manutenção dos equipamentos em utilização e informações semânticas, entre outros e, a depender da complexidade da estrutura pode ser necessário tempo e custos elevados para processamento de dados, desenvolvimento e inserção de todos os detalhes necessários para a boa gestão. Para tal é necessário ajustar a modelação de acordo com a aplicação a ser abordada, bem como, alinhar informações, mesmo que seja necessário acrescentá-las de forma a que o modelo BIM se torne mais integrado e sem duplicação de dados, obtendo sempre desenhos atualizados.

Em relação às vantagens, para além das supracitadas, pode-se dizer que ter todas as informações do edifício disponíveis e atualizadas a qualquer momento facilita qualquer empresa na tomada de

decisões, bem como é possível otimizar a gestão de riscos, pois aquando da aplicação da metodologia todos os elementos de um edifício são facilmente localizados e os incidentes são facilmente detetados e minimizados. Para além disto, a interligação entre o Archibus e Revit é possível de ser realizada de forma simples e intuitiva na passagem de informações, bem como para o planeamento de manutenção preventiva e corretiva, o que otimizou a inserção de um plano programado básico para execução da limpeza das caleiras e da reabilitação do pavimento em betonilha, conforme a necessidade ressaltada pelos gestores da DST. Por conta do pouco tempo e o nível de detalhes levantados neste texto, não foi possível modelar todas as especialidades nem executar um plano de manutenção integrada, e monitorá-lo. A modelação da arquitetura, organização de dados em ficheiro COBie e posterior interligação Revit – Archibus necessitaram de bastante tempo na realização deste trabalho, sobretudo, pelo processo de aprendizagem na utilização de tais ferramentas, conforme descrito no caso de estudo.

Como propostas futuras a DST pode aplicar e controlar a eficácia de um plano de manutenção numa estrutura mais complexa e com todas as especialidades previamente modeladas, atuando com a organização dessas informações e suas compatibilidades. Tal proposta contribuiria para criar um modelo completo a aplicar e replicar no seu parque edificado, aos restantes edifícios que a mesma detém, permitindo ainda funcionar de base para nortear outras situações de integração de informação mais avançadas. Outro passo a ser explorado seria o de utilizar o ficheiro COBie para transferência de dados entre o Revit e um *software* FM. Tal aplicação poderia fomentar a temática e gerar contributos que facilitem a passagem de informação. Esse processo, na maioria das vezes não é tão direto, conhecido, nem simples de se obter.

Outro trabalho futuro, numa vertente mais robusta e com o critério tempo a favor da pesquisa, seria operacionalizar todos os processos numa edificação nova a fim de comparar e comprovar os benefícios de um *facility manager* na etapa inicial de um projeto e aprofundar os benefícios inerentes a esta prática. Para além do referido, pode ser incorporado um estudo comparativo, na mesma obra, aquando da utilização de métodos tradicionais a fim de validar ou não o usufruto do contexto BIM-FM nesta ou mesmo realizar um estudo sobre uma edificação antiga através da elaboração de um plano de manutenção preditiva, preventiva e corretiva e avaliar os processos de implementação do BIM-FM e os impactos oriundos de tal execução sobre a ótica da gestão de instalação.

As automatizações desses processos já começaram a ser estudadas, assim, outra possibilidade de desenvolvimento seria automatizar o processo de obtenção de parâmetros e transformação de informações do Revit em ficheiro COBie, sem perda de dados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHUJA, P. S. (2009). Total Productive Maintenance. *In* Ben-Daya, et al (Eds.). **Handbook of Maintenance Management and Engineering** (pp. 417–459). Springer. Disponível em <<https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>>. Acesso em mar. 2020.

AIA (2020) **BIM, Standards, and Interoperability**. [Web page]. Disponível em: <<https://network.aia.org/technologyinarchitecturalpractice/home/bimstandards>>. Acesso em 15 mar. 2020.

ALVES, A. (2008). **Sistemas Integrados de Manutenção: Processo SIM**. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. (Dissertação de Mestrado)

AMELUNG, V. E. (1996). Baukosten besser einschätzen. *In: Immobilien Manager*. n.4, p.14-16.

ANTONIOLI, P. E. (2003) **Estudo crítico sobre subsídios conceituais para suporte do planeamento de sistemas de gestão de facilidades em edificações produtivas**. Universidade de São Paulo. (Dissertação de Mestrado)

APFM. **APFM**. (2016). [Web page]. Disponível em <<http://apfm.pt/>>. Acesso em 10 dez. 2020.

ARCHIBUS. **Manutenção preventiva**. Disponível em <<https://archibus.com/products/building-operations/preventive-maintenance/>>. Acesso em: 17 dez. 2020.

ARDITI, D.; NAWAKORAWIT, M. (2002). **Designing buildings for maintenance: designers perspective**, *J. Archit. Eng.* 5 (4) 107–116, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1076-0431\(1999\)5:4\(107\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0431(1999)5:4(107)).

AUTODESK (2020). **Revit Products Support and learning**. [Web Site]. Disponível em <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2021/ENU/Revit-MEPEng/files/GUID-B876A6F6-4091-40CA-ADCD-AA5D0EFC5EE3-htm.html?st=ROOM>>. Acesso em 15 set. 2020

AZHAR, S. (2007) **Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry**, 18(9), p. 11. doi: 10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127.

B. Atkin, A. Brooks. **Total Facilities Management, 3rd ed.**, Wiley-Blackwell, 2009 (ISBN: 9781405186599).

BARLISH, K.; SULLIVAN, K. (2012) How to measure the benefits of BIM — A case study approach. **Automation in Construction**, 24, pp. 149–159. doi: 10.1016/j.autcon.2012.02.008.

BECERIK, B. G; *et al.* Application areas and data requirements for bim-enabled facilities management. **Journal of Construction Engineering and Management**. v. 138, n. 3, 2012.

BIM Industry Working Group. (2011). **A report for the Government Construction Client Group**. Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper.

BIMForum. (2020). **Development Specification LOD Spec 2017 Guide**. Disponível em: <<http://bimforum.org/lof/>>. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRYDE, D.; BROQUETAS, M.; VOLM, J.M. (2013). **The project benefits of building information modelling (BIM)**, Int. J. Proj. Manag. 31 (7) 971–980, <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>.

BuildingSMART. (2020). **buildingSmart**. Disponível em: <<http://www.buildingsmart-tech.org/>>. Acesso em: 17 dez. 2020.

BuildingSMART. (2020). Disponível em: <<http://www.buildingsmart.org/standards/idm>>. Acesso em: 12 de ago. de 2020.

Cabral, J. P. (2009). **Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios**. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, Lda.

CADD. (2014). **COBie Extension**. CADD Microsystems, Inc. [Web page]. 2020. Disponível em <<http://www.caddmicrosystems.com/cobieextension/help/index.html>>. Acesso em 17 mar. 2020.

Calejo, R. (1989) **Manutenção de edifícios**. Análise e exploração de um banco de dados sobre um parque habitacional. Tese de mestrado em construção de edifícios. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. FEUP, Porto.

CALIL, S. C; TEIXEIRA, M. S. (1998) **Gestão de manutenção de equipamentos hospitalares**. São Paulo.

CAMPESTRINI, T. F. *et al* (2015). **M. C. D. Entendendo o BIM**. Curitiba.

CARVALHO, J. A. (2012). Facility Management - Uma Nova Realidade Na Gestão de Edifícios. Edited by Imoedições - **Edições Periódicas e Multimédia**. Porto: Uniarte Gráfica, S.A.

CASTILLA, J. S. (2015). **Benefícios do BIM para Gestão de Instalações**. Gerencia de Edifícios. Disponível em: <<https://www.gerenciadeedificios.com/201509234722/articulos/desde-la-gerencia/beneficios-de-bim-para-el-fm.html>>. Acesso em 10 jun. 2020

CAVACO, M.G. (2012). **Manutenção em Construções Aeroportuárias** - Programa Previsional das Necessidades de Manutenção com base no Histórico das Intervenções. Dissertação para obtenção do grau de Mestre, IST.

CEN - EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **Standards Evolution and Forecast**. Disponível em: <<https://standards.cen.eu>>. Acesso em: 26 maio 2020.

CHEN, L.; LUO, H. (2014). A BIM-based construction quality management model and its applications. **Automation in Construction**. Elsevier B.V., 46, pp. 64–73. doi: 10.1016/j.autcon.2014.05.009.

CHENG, H.; YANG, W; YEN, Y. (2015). BIM applied in historical building documentation and refurbishing. **25th International CIPA Symposium**, XL(September), pp. 85–90. doi: 10.5194/isprsarchives-XL-5-W7-85-2015.

CIC (2011). BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.1. **buildingSMART alliance**, pp. 1–135. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

DE-FRANCESCO, A. M. A. (2011). **Metodologia de Manutenção de Edifícios** – Elemento Fonte de Manutenção: Escadas. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Construções Civas, FEUP, Porto.

EADIE, R. *et al.* (2013). **BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: an analysis**, *Autom. Constr.* 36 145–151. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.001>>. Acesso em 17 abr. 2020.

EAST, B.; CARRASQUILLO-MANGUAL, M. (2013). **The COBie Guide**: a commentary to the NBIMS-US COBie standard.

EASTMAN, C. *et al.* (2011). **BIM Handbook**: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 2nd edn.

ECODOMUS (2020). **EcoDomus** [Web page]. Disponível em: <<http://ecodomus.com/>>. Acesso em 15 de set. de 2020.

EN 15431. (2007). **Maintenance**: manutenção dos indicadores chave de desempenho.

EUROFM (2020). **About EUROFM**. [Web page]. atual. 2015. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em <[URL:http://eurofm.org/index.php/about-yjsg](http://eurofm.org/index.php/about-yjsg)>. Acesso em 16 de set. de 2020.

FARINHA, J.M.T. (2011). **MANUTENÇÃO – A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão**. Lisboa: Monitor.

FERREIRA, R.I.S. (2009). **Metodologia de Manutenção de Edifícios** - Revestimento de Pavimentos Interiores Cerâmicos. Dissertação para obtenção do grau de Mestre, FEUP.

FLORES, I. (2002). **Estratégias de Manutenção Elementos Da Envolvente de Edifícios Correntes**. Lisboa: [s. n.]. Disponível em <[http://eos.fe.up.pt:1801/webclient/DeliveryManager?custom\\_att\\_2=simple\\_viewer&metadata\\_request=false&pid=45619](http://eos.fe.up.pt:1801/webclient/DeliveryManager?custom_att_2=simple_viewer&metadata_request=false&pid=45619)>. Acesso em 15 ago de 2020.

FLORES-COLEN I.; BRITO, J. de. (2010). A systematic approach for maintenance budgeting of buildings façades based on predictive and preventive strategies”, **Construction and Building Materials**, volume 24, n.º 9, pp. 1718-1730.

FRASER, K. (2014). **Facilities Management: The Strategic Selection of a Maintenance System**. Journal of Facilities Management 12 (1): 18–37. doi:10.1108/JFM-02-2013-0010.

GOMES, A. B. de A. V. (2017). **O Facility Management Aplicado à Gestão de Edifícios**. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa.

GRAPHISOFT – **Model View Definitions**. Help Center. Grafisoft. Disponível em: <[https://help.graphisoft.com/AC/18/INT/AC18Help/07\\_Interoperability/07\\_Interoperability-69.htm](https://help.graphisoft.com/AC/18/INT/AC18Help/07_Interoperability/07_Interoperability-69.htm)>. Acesso em: 23 mai de 2020.

GRAVES, H. A. (2013). **EuroFM**. [Web page]. Disponível em <<http://www.eurofm.org/about-us/what-is-fm/>>. Acesso 18 em abr. 2020.

HATTAB, M. Al; HAMZEH, F. (2013). Information Flow Comparison Between Traditional and BIM-BASED. **21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction**. Fortaleza, Brasil.

HELBLING MANAGEMENT CONSULTING GMBH. (2000). **Facility Management in Deutschland Status und Perspektiven: Marktstruktur**. München: Helbling Management Consulting GmbH.

HELBLING. (2012). **7 Ways Facility Managers Can Benefit From BIM**. Helbling & Associates, Inc. [Web Site]. Disponível em <<http://blog.helblingsearch.com/index.php/2012/08/24/7-ways-facility-managers-canbenefit-from-bim/>>. Acesso em 17 ago. 2020

HORMIGO, J. (2015a). **Facility Management Actividade Multidisciplinar**. (Acesso Restrito).

HORMIGO, J. (2015b). **Manutenção Técnica de Edifícios**. (Acesso Restrito).

IBM - Software - IBM TRIRIGA Facility Maintenance Software - Disponível em <[URL:http://www-03.ibm.com/software/products/en/ibm-tririgafacility-maintenance-software](http://www-03.ibm.com/software/products/en/ibm-tririgafacility-maintenance-software)> Acesso em 20 ago. 2020

IFD, **LIBRARY** (2020). [Web Site]. Disponível em WWW:<[URL:http://www.ifd-library.org/](http://www.ifd-library.org/)>. Acesso em 12 set. 2020.

IFMA – **History**. [Web Site]. Disponível em <[URL:https://www.ifma.org/about/about-ifma/history](https://www.ifma.org/about/about-ifma/history)>. Acesso em 13 de out. 2020.

ISO (2011). **International Organization for Standardization**. ISO 15686-1:2011 Buildings and Constructed Assets – Service Life Planning, Geneva.

KASSEM M; k. G. *et al.* **Bim in facilities management applications**: a case study of a large university complex. Built environment project and asset management. V. 5, n. 3, Emerald Group Publishing Limited, 2015.

KAVRAKOV, D. **Top 10 Key Performance Indicators in Facility Management**. [Web Site]. Disponível em <<https://www.linkedin.com/pulse/top-keyperformance-indicators-facility-management-deyan>>. Acesso em 12 set. 2020.

KHEMLANI, L. (2020). **BIM for Facilities Management**. AECbytes Feature. Disponível em <<http://www.aecbytes.com/feature/2011/BIMforFM.html>>. Acesso em: 20 de mar de 2020.

KHEMLANI, L. (2020). **Around the World with BIM**. AECbytes Feature. Disponível em <<http://aecbytes.com/feature/2012/Global-BIM.html>>. Acesso em: 20 de mar de 2020.

L. Ding, R. Drogemuller, P. Akhurst, R. Hough, S. Bull, C. **Linning, Towards sustainable facilities management**, in: Peter Newton, Keith Hampson, Robin Drogemuller (Eds.), Technology, Design and Process Innovation in the Built Environment, Taylor & Francis, Oxon, Abingdon, 2009, pp. 373–392 <http://eprints.qut.edu.au/20926/>.

LAVY, S. (2008). Facility management practices in higher education buildings: A case study. **Journal of Facilities Management**, 303-315

LAVY, S.; JAWADEKAR, S. (2014). **A case study of using BIM and COBie for facility management**, Int. J. Facility Manag. 5 (2). Disponível em <[http://faculty.arch.tamu.edu/media/cms\\_page\\_media/2861/LavyJawadekar\\_2014.pdf](http://faculty.arch.tamu.edu/media/cms_page_media/2861/LavyJawadekar_2014.pdf)>. Acesso em mar. 2020.

LEE, J.; RON, B. N., What are Service Level Agreements? *In Integrating Service Level Agreements Optimizing your OSS for SLA Delivery*. United States of America : Wiley Publishing, Inc., 2002. ISBN 0-471-21012-9.

LEITE, C. L. A. (2009). **Estrutura de um Plano de Manutenção de Edifícios Habitacionais**. **Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Construções Civas**, FEUP, Porto.

LEPPARD, T. (Junho de 2009). **Pulling together. fmx - facilities management excellence**, pp. 26-27.

LINDHOLM, A.; LEVÄINEN, K. I. (2006). A Framework for Identifying and Measuring Value Added by Corporate Real Estate.” **Journal of Corporate Real Estate** 8(1): 38–46. doi:10.1108/14630010610664796.

LINO, J.; AZENHA, M.; LOURENÇO, P. (2012). Integração da Metodologia BIM na Engenharia de Estruturas. **Encontro Nacional BETÃO ESTRUTURAL**, (p. 10). Porto.

LORD, A. *et al.* (2001). **Emergent Behaviour in a New Market**: Facilities Management in the UK. Sheffield: Sheffield Hallam University.

MARTINS, J. P. P. (2009) **Modelação do Fluxo de Informação no Processo de Construção**. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

MATTOS, A. D. (2014). **BIM 3D, 4D, 5D e 6D**. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenhariacustos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx>> Acesso em: 15 mar de 2020.

MAURÍCIO, F. (2011). **Aplicação de Ferramentas de Facility Management à Manutenção Técnica de Edifícios de Serviços**. Lisboa: Instituto Superior Técnico.

McPHEE, A. (2013) **What is this thing called LOD**. Disponível em <<http://practicalbim.blogspot.pt/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>>. Acesso em 10 out de 2020.

MITTAL, A. Steel **Fibre Reinforced Concrete (SFRC) for industrial floors especially floors without joints and floors on piles** - A Practical Guide. Arcelor Mittal, Luxembourg, 2014.

MONTEIRO, A.; MARTINS, J. (2011). **Building Information Modeling** - Funcionalidades e Aplicação. Porto: Secção de Construções Civas.

MOTA, J. L. F. S. (2016). **Metodologia BIM-FM: Caso de Estudo Aplicado À Piscina Municipal de Vila Meã**. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Moubray, J. (1997). **Reliability** - Centered Maintenance. Industrial Press Inc., U.S.

NÄVY. J. (2002). **Facility Management: Grundlagen, Computerunterstützung, Einführungsstrategie, Praxisbeispiele**, 3.ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

NÄVY. J. (2006). **Facility Management: Grundlagen, Computerunterstützung, Einführungsstrategie, Praxisbeispiele**. 4a ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer. 546p.

NBS. (2016). **What is Building Information Modelling (BIM)?** Disponível em <[www.thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim](http://www.thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim)> Acesso em 19 mar de 2018.

Neves, C. (2017). **Ciclo de conferências sobre a norma EN 15221: linhas de orientação para a Qualidade em Facility Management** Disponível em <<http://apfm.pt/wp-content/uploads/2017/07/apfm-en-15221-3-29jun17.pdf>>. Acesso em 10 dez. 2020.

Nik-MAT, N.; KAMARUZZAMAN, S.; PITT, M. (2011). Assessing The Maintenance Aspect of Facilities Management through a Performance Measurement System: A Malaysian Case Study. **Procedia Engineering**. 20, 329-338.

NP 4483. (2008). **Requisitos para um sistema de gestão de manutenção**. NP, Lisboa.

NP EN 13306. (2010). **Terminologia da manutenção**. Instituto Português da Qualidade, Portugal.

OLANREWAJU, A.L.; Idrus, A.; Khamidi, M.F. (2011). **Investigating building maintenance practices in Malaysia**: a case study, *Struct. Surv.* pp. 397–410. Disponível em <<https://doi.org/10.1108/02630801111182420>>. Acesso em 18 mar. 2020.

PALADINI, E. P. (2009). **Gestão estratégica da qualidade**. Princípios, métodos e processos. 2. ed. Revista e atualizada: A qualidade lições da crise. São Paulo: Atlas. 240p.

PARSANEZHAD, P.; DIMYADI, J. (2014). **Effective facility management and operations via a BIM-based integrated information system**. JOINT CIB W070, W111 & W118 CONFERENCE, TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK, COPENHAGEN, 21–23 MAY 2014, , pp. 442–453 <http://unitec.researchbank.ac.nz/handle/10652/3034>.

PINA, H. (2015). **Metodologia BIM na Gestão da Manutenção de uma Estação Elevatória**. Aveiro: Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil.

QUINELLO, R.; NICOLETTI, R. J. (2006). **Gestão de facilidades**: aprenda como a integração das atividades de infra-estrutura operacional de sua empresa pode criar vantagem competitiva. São Paulo: Novatec. 264p.

RAPOSO, S. (2010). **A Gestão da Actividade de Manutenção em Edifícios Públicos**. Tese de Doutoramento, IST, Lisboa.

ROCHA, P. (2005). **Metodologias de Concepção Arquitectónica com base na Perspectiva da Manutenção**. Dissertação para obtenção do grau de Mestre, FEUP.

RODAS, I. (2015). **Aplicação da metodologia bim na gestão de edifícios**. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

RODRIGUES, R. (2001). **Gestão de Edifícios** - Modelo de Simulação Técnico-económica. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

ROGERS, J. W. (2013). Can Facility Managers Impact the Expected Budgetary Outcomes of Robust Asset Management Programs? *Facilities* **31** (1/2): 56–67. doi:10.1108/02632771311292518.

SACKS, R.; BARAK, R. (2008). Impact of three-dimensional parametric modeling of buildings on productivity in structural engineering practice. *Automation in Construction*, **17**(4), pp. 439–449. doi: 10.1016/j.autcon.2007.08.003.

SAPP, D. (2015). **Whole Building Design Guide**, Disponível em <<http://www.wbdg.org/om/om.php>>. Acesso em 16 de mar. de 2020.

SCHIMSCHAR, S. *et al.* (2011). **Panorama of the European non-residential construction sector**. Cologne, Germany: Ecofys.

SCHULTE, K.W.; PIERSCHKE, B. (2000). Begriff und Inhalt des Facilities Managements. *In: \_\_\_\_\_*. **Facilities Management**, Köln, Immobilien Informationsverlag Rudolf Müller GmbH, p. 31-40.

SHALABI, F.; TURKAN, Y. (2017). IFC BIM-based facility management approach to optimize data collection for corrective maintenance. *J. Perform. Constr. Facil.* 31 (1) 1–13 04016081.

SILVA, A. (2012). **Metodologia BIM aplicada à preparação, controlo e gestão de obra**. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto.

SILVA, M. (2010). **Facility Management como processo de criação de valor na gestão de edifícios**. Curso FUNDEC, Manutenção e desempenho em serviço de edifícios durante o período de vida útil. Lisboa.

SIMÕES, D. G. (2013). **Manutenção de edifícios apoiada no modelo BIM**. Instituto Superior Técnico. Disponível em < [http://www.riba-insight.com/images/monthlyBriefing/13-02/BIM\\_objects\\_image\\_01.gif](http://www.riba-insight.com/images/monthlyBriefing/13-02/BIM_objects_image_01.gif)>. Acesso em 12 mar. 2020.

SOARES, J.; DUARTE R. T. (2013) **A metodologia BIM-FM aplicada a um caso prático**. Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

SOUSA, Fernando (2013) - **A evolução de um modelo BIM de construção para a gestão de empreendimentos**. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto.

STEENHUIZEN, D. (2011). **A Portuguese Journey**. Instituto Superior Técnico Lisboa. doi:10.1108/F-09-2012-0072.

TALEBI, S. *et al.* (2014). Exploring advantages and challenges of adaptation and implementation of BIM in project life cycle. *In: 2nd BIM International Conference on Challenges to Overcome. BIMForum Portugal*.

TEICHOLZ, P. (2013). **BIM for Facility Managers**. (P. Teicholz, Ed.), IFMA Foundation. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

TJELL, J. (2010). Building Information Modeling (BIM) - *in Design Detailing with Focus on Interior Wall Systems*. **Copenhaga**: Technical University of Denmark. (Dissertação de Mestrado)

VENÂNCIO, M. (2015). **Avaliação da Implementação de BIM** - Building Information Modeling em Portugal. Porto : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Volk, R.; Stengel, J.; Schultmann, F. (2014). **Building Information Modeling (BIM) for existing buildings** — literature review and future needs, *Autom. Constr.* 38 109–127. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>>. Acesso em 17 abr. 2020

WAGNON, J. (2009) **What is FM** - Definition of Facility Management [Web Site]. Disponível em <<http://www.ifma.org/about/what-is-facility-management>>. Acesso em 18 de maio 2020.