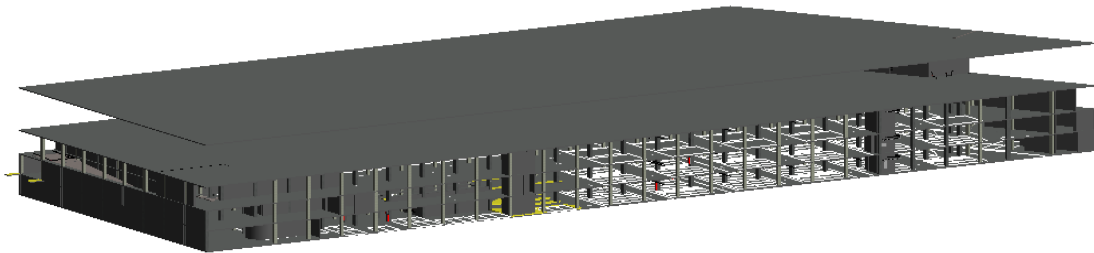




INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil



Facility Management no Building Information Modelling

TOMÁS SILVA CAROÇO GONÇALVES FUZIL

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil

Orientadores:

Doutor Pedro Miguel Soares Raposeiro da Silva

Doutora Paula Margarida Couto

Júri:

Presidente:

Doutor Luciano Alberto do Carmo Jacinto

Vogais:

Doutora Maria João Serpa da Lança Falcão da Silva

Novembro de 2017

Agradecimentos

Queria deixar um especial agradecimento à minha orientadora Exma. Doutora Paula Margarida Couto pela sua disponibilidade, pelas suas preciosas sugestões, por toda a dedicação e pelos valores transmitidos ao longo desta dissertação. Ao meu coorientador, Exmo. Professor Doutor Pedro Miguel Raposeiro da Silva pela ajuda prestada.

Um agradecimento ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil e à SONAE SIERRA que me proporcionaram a oportunidade de desenvolver um tema tão interessante. Um especial agradecimento ao Engenheiro Bruno Amorim Pacheco, que sempre se mostrou disponível para ajudar em tudo o que estava ao seu alcance, bem como pela autorização concebida para a utilização dos elementos para desenvolvimento do caso de estudo.

Aos meus amigos que me acompanharam ao longo de todo o meu percurso académico, apoiando-me constantemente e ajudando na concretização de mais uma etapa, em especial ao João Gomes, Rui Silva, Miguel Mateus, Francisco Gamito, João Martins, João Estevam, João Brito, Tito Dias, André Oliveira, João Guerreiro, Diogo Ribeiro, João Cachão, Tiago Rodrigues, André Calado, Mariana Gabriel, Patrícia Pereira e Ana Rita Macieira de Sousa.

Um agradecimento muito especial à minha namorada, Beatriz Martins, que ao longo destes meses me motivou e acreditou sempre nas minhas capacidades. Um muito obrigado pelo apoio incondicional e por estar sempre presente quando preciso.

Por último, as pessoas a quem dedico este trabalho, aos meus pais, ao meu irmão e aos meus avós, que me permitiram chegar a este momento. Agradeço também a educação e os valores que me transmitiram ao longo destes anos, um eterno obrigado. Ao meu avô Francisco Carçoço, que já não se encontra entre nós, estará sempre no meu coração e é a ele que dedico a maior parte deste trabalho.

Resumo

Tradicionalmente considera-se que é na fase da construção que ocorre o maior gasto em todo o processo construtivo. Contudo, esta ideia tem vindo a ser alterada pelos estudos do custo do ciclo de vida, onde se torna, cada vez mais, evidente o impacto do custo de operação e de gestão de instalações e infraestruturas. Neste sentido, surge o Facility Management, que pode ser descrito como a integração de processos dentro de uma organização com vista a manter e desenvolver serviços que apoiam e melhoram a eficácia das atividades primárias, e tem sido utilizada para melhorar a gestão das atividades de apoio à atividade principal das organizações. Nos anos mais recentes o setor da construção tem-se vindo a caracterizar por uma evolução tecnológica muito significativa. O Building Information Modelling (BIM) é exemplo desta evolução tecnológica, que pressupõem um novo paradigma na forma como são tratados os processos de troca de informação entre os vários intervenientes no ciclo de vida das infraestruturas.

Na presente dissertação, são descritos o Facility Management e o BIM para enquadramento sendo, numa fase posterior, apresentada uma proposta de ligação entre ambos tirando o máximo partido das suas funcionalidades. Para finalizar é apresentada uma aplicação prática num modelo BIM e na especificação COBie, com o propósito de aplicar o conceito de Facility Management com base na informação colocada no modelo. Esta conjugação de conceitos permite que exista uma agilização dos processos e que exista uma responsabilidade maior dos intervenientes logo na fase de projeto. Do trabalho desenvolvido conclui-se que tanto o Facility Management como o BIM são conceitos que poderão vir a ser, num futuro próximo, fundamentais no ciclo de vida de uma infraestrutura, salientando-se que se tratam de conceitos que ainda apresentam pouca implementação de forma conjunta a nível nacional. De facto, existe pouco conhecimento nas áreas abordadas no presente trabalho sendo necessário alterar hábitos ao implementar estas tecnologias, pelo que a sua integração dinamiza processos, reduz custos, aumenta a qualidade da informação fornecida, facilitando o trabalho de todos os intervenientes ao longo do ciclo de vida de uma infraestrutura.

Palavras chave: Building Information Modelling (BIM), Facility Management (FM), Construction Operations Building Information Exchange (COBie)

Abstract

Traditionally it is considered that it is in the construction phase that the greatest expense occurs in the entire construction process. However, this idea has been altered by life-cycle costing studies, where the impact of cost of operation and management of facilities and infrastructures becomes increasingly evident. In this sense, there is Facility Management, which can be described as the integration of processes within an organization to maintain and develop services that support and improve the effectiveness of primary activities, and has been used to improve the management of support activities to the main activity of organizations. In recent years the construction sector has been characterized by a very significant technological evolution. The Building Information Modeling (BIM) is an example of this technological evolution, which presupposes a new paradigm in the way the processes of information exchange between the various actors in the life cycle of the infrastructures are treated.

In this dissertation, Facility Management and BIM are described for framing and, at a later stage, a proposal of connection between both is presented, taking full advantage of its functionalities. Finally, a practical application is presented in a BIM model and in the COBie specification, in order to apply the concept of Facility Management based on the information placed in the model. This combination of concepts allows for streamlining of processes and greater stakeholder responsibility in the design phase. From the work developed, it is concluded that both Facility Management and BIM are concepts that could become, in the near future, fundamental in the life cycle of an infrastructure, emphasizing that they are concepts that still have little implementation of form at national level. In fact, there is little knowledge in the areas addressed in the present work and it is necessary to change habits when implementing these technologies, so that their integration streamlines processes, reduces costs, increases the quality of information provided, facilitating the work of all stakeholders throughout the cycle of an infrastructure.

Keywords: Building Information Modelling (BIM), Facility Management (FM), Construction Operations Building Information Exchange (COBie)

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Considerações Gerais	1
1.2	Âmbito	3
1.3	Estrutura da dissertação.....	3
2	Estado da Arte.....	5
2.1	Facility Management.....	5
2.1.1	Considerações Iniciais.....	5
2.1.2	Facility Management em Portugal.....	7
2.1.3	Gestão de Instalações	8
2.1.4	Manutenção.....	13
2.1.5	Normalização.....	17
2.2	BIM.....	21
2.2.1	Considerações Gerais	21
2.2.2	Níveis de maturidade.....	25
2.2.3	Level Of Development (LOD).....	27
2.2.4	Dimensões BIM	31
2.2.5	Industry Foundation Classes (IFC)	34
2.3	Metodologia BIM-FM	35
2.3.1	Considerações Gerais	35
2.3.2	COBie.....	39
3	Caso de Estudo	48
3.1	Considerações gerais	48
3.2	Descrição do Caso de Estudo	49
3.3	Modelação.....	52
3.4	Integração do COBie no Revit	77
3.4.1	COBie Toolkit for Autodesk.....	77

3.4.2	Vantagens da utilização do COBie associado ao Revit.....	83
3.4.3	Proposta para alterações no COBie	84
3.5	Estruturação do método proposto para alteração no COBie	86
4	Conclusões finais e desenvolvimentos futuros.....	89
4.1	Conclusões Finais	89
4.2	Desenvolvimentos Futuros	93
	Referências Bibliográficas.....	95
	ANEXO I.....	99
	Folhas de Dados COBie	99
	ANEXO II.....	113
	Plantas	113

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Espaço, Pessoas e Processos	6
Figura 2.2 - Custos de toda a vida de um edifício	7
Figura 2.3 - Atividades principais e processos	9
Figura 2.4 – Partes Integrantes da gestão técnica (Rodrigues, 2001)	10
Figura 2.5 - Percentagens de custos Globais de um Edifício)	11
Figura 2.6 – Partes integrantes da Gestão Económica	11
Figura 2.7 - Subdivisão da Gestão Funcional)	12
Figura 2.8 - Manutenção e reabilitação	13
Figura 2.9 - Estratégias de Manutenção	14
Figura 2.10 - Enquadramento das ações da manutenção reativa	15
Figura 2.11 - Vantagens e desvantagens da manutenção preventiva	16
Figura 2.12 - Vantagens e desvantagens da manutenção preditiva	16
Figura 2.13 - Modelo inteligente.....	22
Figura 2.14 Partilha de informação BIM.....	23
Figura 2.15 - Ciclo de vida de um edifício e as aplicações BIM associadas	Error!
Bookmark not defined.	
Figura 2.16 - Níveis de maturidade BIM.....	26
Figura 2.17 - Vantagens decorrentes da antecipação de decisões de projeto - Curva MacLeamy	27
Figura 2.18 - Level of development.....	29
Figura 2.19 - Níveis de desenvolvimento no âmbito nacional.....	30
Figura 2.20 - Dimensões BIM	31
Figura 2.21 – Representação instalação: a) Documentos 2D; b) Modelo BIM 3D	36
Figura 2.22 - Integração das especialidades BIM no FM	37
Figura 3.1 - Edifício em estudo – Centro Comercial Colombo.....	50

Figura 3.2 - Vista parcial da zona vermelha do parque de estacionamento	50
Figura 3.3 - Site Victaulic- famílias Revit.....	51
Figura 3.4 - Menu inicial Revit (exemplo).....	52
Figura 3.5 - Menu Architecture Revit.....	53
Figura 3.6 - Menu Structure Revit	53
Figura 3.7 - Menu Systems Revit.....	53
Figura 3.8 - Importação de famílias para o Revit.....	54
Figura 3.9 - Importação de famílias para o Revit.....	55
Figura 3.10 - Separador Victaulic Revit disponibilizado pelo fabricante	55
Figura 3.11 - Zona intervencionada	56
Figura 3.12 - Comando "Append"	57
Figura 3.13 - Detecção de erros NAVISWORKS	Error! Bookmark not defined.
Figura 3.14 - Erros presentes no teste “Paredes vs Estrutura”	59
Figura 3.15 - Incompatibilidade entre parede e pilar	Error! Bookmark not defined.
Figura 3.17 - Ficheiro PDF da planta de arquitetura	61
Figura 3.18 - Organização dos ficheiros fornecidos	61
Figura 3.19 – Planta com grelha (esquerda) e Grelha comum às especialidades (direita)	62
Figura 3.20 – Níveis dos pisos.....	63
Figura 3.21 - Ligação de um pilar ao piso seguinte.....	64
Figura 3.21 - Estrutura do modelo.....	64
Figura 3.22 - Estrutura do modelo sem laje superior.....	64
Figura 3.23 - Vista interior da estrutura do modelo	65
Figura 3.24 – Aspeto Modelo de arquitetura	66
Figura 3.25 - Características de uma porta presente no modelo.....	66
Figura 3.26 – Compatibilização da especialidade de Arquitetura e de Estruturas	67
Figura 3.27 - Ressaltos de tubagens presentes no parque de estacionamento	68
Figura 3.28 - Tubagem na parede.....	69

Figura 3.29 - Curva com graus diferentes	69
Figura 3.30 – Definição dos parâmetros dos elementos	70
Figura 3.31 - Válvulas	71
Figura 3.32 - Carretéis e tubagens.....	71
Figura 3.33 - Rede de Incêndios	71
Figura 3.34 Interação entre as diversas especialidades desenvolvidas	72
Figura 3.35 – Representação de um ressalto: a) realidade; b) Modelo	72
Figura 3.36 – Representação da tubagem com acessórios: a) realidade; b) Modelo ..	72
Figura 3.37 – Representação de válvulas e manómetros: a) realidade; b) Modelo	73
Figura 3.38 - Características do caminho de cabos	74
Figura 3.39 - Características das lâmpadas.....	75
Figura 3.40 - Rede elétrica	75
Figura 3.42 - Interação real de especialidades.....	76
Figura 3.43 - Extensão adicionada ao Revit.....	77
Figura 3.44 - Menu setup.....	78
Figura 3.45 – Contactos.....	78
Figura 3.46 - Menu settings - visão geral	79
Figura 3.47 - Divisão da classificação espacial.....	79
Figura 3.48 - Parameter Mappings.....	80
Figura 3.50 - Menu Modify	81
Figura 3.51 - Opção zone manager	81
Figura 3.52 - Opção elements do be exported	82
Figura 3.53 - Menu Export	83
Figura 3.54 - Sugestão de alteração na folha do COBie	85

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Tipo de intervenções associados à manutenção corretiva	14
Tabela 2.2 - Componentes do plano de execução de um Projeto BIM.....	25

1 Introdução

1.1 Considerações Gerais

O setor da construção é caracterizado não só pelo forte impacto que tem no estado da envolvente económica dos países, mas também por uma grande competitividade. Estes fatores fazem com que os intervenientes da construção, estejam muitas das vezes virados para a escolha de opções mais económicas, deixando para segundo plano a qualidade.

Por outro lado, tradicionalmente considera-se que a fase da construção é a que corresponde ao maior gasto em todo o processo construtivo. Contudo, esta ideia está a ser alterada pelos estudos do custo do ciclo de vida de um edifício, onde é evidente o impacto do custo de operação, que começa a tornar-se num custo relevante a ter em consideração.

Assim, as mentalidades evoluem e alteram-se, e os donos de obra começaram a ganhar alguma sensibilidade para custos que num passado não eram tidos em conta ou não se pensava neles como um fator preponderante no custo total de uma obra. Estes começaram a não pensar apenas no custo de construção, mas também em custos pós-construção, nomeadamente no custo da operação. Com a evolução da mentalidade e com uma maior sensibilidade para estes custos ao nível dos intervenientes e responsáveis pelo processo construtivo, houve a necessidade de evolução dos *softwares* para responder a novos desafios profissionais na área da construção.

Face ao exposto, a tecnologia necessitou de evoluir e atualmente o *Building Information Modelling*, BIM, é uma metodologia que deve de ser implementada no setor da construção, apesar de ainda existir alguma resistência referente à adoção do mesmo. No entanto, já se observaram situações idênticas com outras metodologias, nomeadamente com a transição do papel para o CAD 2D. Esta nova metodologia traduz uma mudança na forma de trabalhar obrigando os intervenientes a saírem da sua zona de conforto, pois trata-se de um novo conceito, com formas de pensar e métodos de execução diferentes daqueles a que os intervenientes estavam habituados.

Este conceito que significa modelo da Informação da construção é um conjunto de informações geradas e mantidas durante todo o ciclo de vida de um edifício. Trata-se de um modelo virtual, que não é constituído apenas por geometrias, mas sim por

informação que traduz um edifício no seu estado real, permitindo assim perceber o comportamento de um edifício antes do mesmo estar construído.

O BIM traduz uma mudança de paradigma, sendo muito importante transmitir aos intervenientes e responsáveis pelo processo construtivo, que o BIM se baseia no verdadeiro conceito do trabalho colaborativo. Com a adoção desta metodologia, é também possível a existência de um modelo digital continuamente atualizado, permitindo a deteção de erros, como por exemplo, incompatibilidade entre as diversas especialidades.

Considera-se ainda mais pertinente referir, que a metodologia BIM não tem apenas vantagens ao nível da definição de geometrias e materiais, indo muito mais além disso, como por exemplo no planeamento de todo o processo construtivo, suporte à manutenção de instalações, entre outros. (Silva, 2013).

Como foi referido, os custos de operação dos edifícios começaram a ganhar relevância. Razão pela qual, começou a existir um maior controlo na gestão de edifícios e instalações, que tem a designação de *Facility Management*. Face ao exposto cabe ao gestor de instalações, garantir que tudo se encontre a funcionar numa instalação.

O BIM permite uma continuidade na transferência e gestão de informação entre fases construtivas, evitando perda de informação relevante. Surge assim a possibilidade de fazer uma ligação entre o *Building Information Modelling* e o *Facility Management*, possibilitando a realização da operação de um determinado edifício de uma forma mais eficiente.

De facto, as potencialidades do BIM e as necessidades observadas ao nível do gestor de instalações permitem advogar que seria importante existir uma ligação entre o conceito e gestor. Por estes e outros motivos o gestor deve ser integrado nas diversas fases do projeto, logo na fase de conceção, para que seja possível intervir desde o início do ciclo de vida do edifício, fazendo as devidas sugestões e descobrindo eventuais falhas.

O Dono de Obra deve tentar utilizar as novas tecnologias que vai ao sei dispor disposição, da forma que lhe permita tirar o melhor partido das mesmas na fase de operação.

Um dos problemas atuais é o facto de muita da informação arquivada ser colocada num *dossier*, em papel, e que muitas das vezes se perde, ou se encontra desatualizada. Surge então o COBie – *Construction Operations Building Information Exchange*, uma especificação que tem por objetivo tentar organizar toda a informação de uma

instalação, por forma a facilitar o trabalho do gestor de instalações. Estas novas temáticas pretendem resolver estes problemas com o avanço da tecnologia através da criação de bases de dados. (East, 2014a).

O formato COBie foi desenvolvido com o objetivo de operacionalizar e melhorar a agregação de informação recolhida ao longo de todo o projeto e execução de obra, que posteriormente vai ser entregue ao gestor de instalações, facilitando assim a consulta de informação e conseqüentemente aumentando a eficácia do processo de operação (East, 2014b).

1.2 Âmbito

O principal objetivo da dissertação consiste no desenvolvimento e apresentação de uma proposta de utilização do BIM e do FM de forma integra, com indicação dos benefícios que daí advêm. Neste sentido, foram seguidos os seguintes passos, por forma a retirar-se as conclusões necessárias:

- i) Levantamento de informação com vista à apresentação de um enquadramento teórico/estado de arte, que permita definir: a) conceitos de BIM; b) *Facility Management* (FM); c) Abordagem da metodologia BIM-FM;
- ii) Criação de um modelo BIM assente numa instalação já construída (parque de estacionamento) com informação adequada para a realização da gestão de uma instalação;
- iii) Exportação da informação recolhida e colocada no modelo para as folhas COBie, havendo lugar a informações não exportadas;
- iv) Proposta de integração do *Facility Management* no BIM, análise e emissão das respetivas conclusões.

1.3 Estrutura da dissertação

A dissertação está dividida em quatro capítulos, correspondendo o primeiro à introdução, onde se realiza um enquadramento dos temas abordados, explicando de uma forma sintetizada os objetivos principais e quais foram os principais passos do trabalho e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é apresentado o estado de arte que se divide em três subcapítulos: O primeiro aborda a temática do Facility Management (FM), onde se faz um enquadramento geral do tema e posteriormente o aprofundamento do mesmo. Procedendo-se à descrição do papel de um gestor de instalações, descrevendo-se o conceito geral de manutenção e enumerando-se as diversas manutenções existentes.

Por fim realiza-se uma abordagem à norma 15221:2006 que diz respeito ao Facility Management, explicando de uma forma breve cada parte que a constitui. O segundo subcapítulo refere-se à temática BIM, em que é apresentado o conceito de uma forma geral e as tecnologias que já existem associadas ao mesmo. É também explicado o nível de detalhe que um modelo BIM pode apresentar, bem como as diferentes dimensões BIM que podem existir. Para finalizar o último subcapítulo no qual é abordado a interação entre o BIM e o FM, introduzindo a temática do COBie que permite o estabelecimento da ligação entre estas duas áreas. Para além do referido, é explicado também como é que o BIM e o FM interagem, como é que se podem complementar e a forma como a informação deve ser recolhida ao longo de todo o processo construtivo para mais tarde ser utilizada para a operação de uma determinada instalação. Para finalizar é feita uma apresentação do COBie, onde se explica o funcionamento do mesmo de uma forma generalizada.

No terceiro capítulo é apresentado o caso de estudo, no qual se faz a aplicação das metodologias apresentadas no estado de arte. Numa primeira fase, é explicado todo o processo de modelação, incluindo os diversos passos a serem tomados, as dificuldades que ocorreram ao longo deste processo e como é que se procedeu à contabilização dos erros provenientes do modelo. Numa segunda fase, enuncia-se como foi feita a preparação da informação para integração no modelo BIM para a mesma ser exportada para as folhas de cálculo COBie, explicando-se como é que foram criadas as folhas COBie para o respetivo caso de estudo. Definem-se alguns problemas que o COBie tem, apresentando-se ideias para retificar os mesmos. Por fim faz-se uma breve análise quanto à adoção destas metodologias, BIM no FM e analisa-se as vantagens existentes na adoção das mesmas num projeto como o do caso de estudo.

Para finalizar, o quarto capítulo é dedicado às conclusões onde se é dada uma opinião acerca dos conceitos abordados, nomeadamente o BIM, o FM e o COBie. São perspetivados desenvolvimentos futuros onde são propostas algumas soluções que visam melhorar alguns aspetos dentro das temáticas estudadas na presente dissertação.

2 Estado da Arte

2.1 Facility Management

2.1.1 Considerações Iniciais

A expressão *Facility Management* (FM) pode ser definida como a gestão do património e dos serviços de apoio prestados a uma determinada atividade de uma organização. (Mauricio, 2011).

O FM surge no final dos anos 60, nos Estados Unidos da América, com a finalidade de descrever a prática crescente seguida pelos bancos de *outsourcing* na responsabilidade do processamento de transações de cartões de crédito para fornecedores especializados (Price, 2012).

No início da década de 1970, o *Facility Management* é considerado uma profissão nos EUA, existindo dois fatores que impulsionaram o crescimento da mesma, a introdução de novas tecnologias no espaço de trabalho, mais concretamente os computadores, e a troca de paredes divisórias por sistemas mais elaborados (Soares, 2013).

Em 1980 é fundada a *National Facility Management Association* (NFMA), criada com o objetivo de alertar para a necessidade da existência de uma organização constituída por profissionais desta área no setor privado (Mauricio, 2011). Após cerca de um ano sobre a fundação a sua designação alterar-se-ia para *International Facility Management Association* (IFMA), designação mantida até à atualidade.

O IFMA define o FM como “a profissão que engloba várias disciplinas para assegurar a funcionalidade do ambiente construído integrando pessoas, lugares, processos e tecnologias” (Pheng & Rui, 2016). O IFMA agrupou por sua vez diversas responsabilidades associadas à profissão (Lavy, 2013):

- i) Planeamento anual da instalação;
- ii) Previsão e gestão do mecanismo financeiro;
- iii) Planeamento do espaço interior, especificações do trabalho e gestão das instalações e do espaço;
- iv) Planeamento e projeto de arquitetura e engenharia;
- v) Novas construções e / ou renovações;
- vi) Manutenção e operação da planta física.

Muito embora existam diversas definições, todas elas convergem para uma ideia principal (Nik-Mat, Kamaruzzaman & Pitt, 2011), o *Facility Management* é um conceito que agrega recursos como pessoas, propriedades e experiência em gestão de processos, de forma que se consiga fornecer serviços vitais de apoio da organização (ver Figura 2.1).

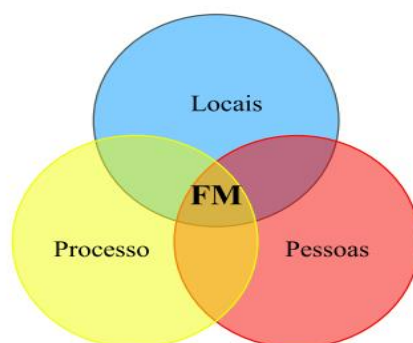


Figura 2.1 - Espaço, Pessoas e Processos (Dores, 2014)

No que diz respeito à Europa, só em 1987 é que foi dado o primeiro passo para a criação de uma organização relativa ao conceito do *Facility Management*, a qual apenas foi registada oficialmente em 1993 sob a designação de *European Foresight Monitoring Network* (EFMN) (Soares, 2013). Inicialmente cabia a cada organismo nacional dos países desenvolver e implementar o *Facility Management* segundo a sua visão.

Para evitar que existisse grandes diferenças entre o conceito nos diversos países surge em 2006 a norma EN 15221-1, segundo a qual todos os países concordam com a definição proposta para FM (Soares, 2013).

Atualmente existem duas tendências definidas para o FM: a inglesa e a americana. A tendência *americana* foca-se essencialmente no local de trabalho e não no trabalhador, enquanto a *inglesa* se foca essencialmente no trabalhador. As duas instituições, *International Facilities Management Association* e *British Institute of Facilities Management*, descrevem o FM como (Dores, 2014):

- i) “O FM integra atividades multidisciplinares dentro do ambiente dos edifícios e a gestão do seu impacto sobre as pessoas e o local de trabalho”; (IFMA, 2001)
- ii) “A prática da coordenação do local de trabalho com as pessoas e a área de negócio da organização; integra os princípios de administração de empresas, arquitetura e ciências do comportamento e engenharia”. (BIFM, 2003)

Com as dificuldades económicas decorrentes as oportunidades de negócio que surgem, estão essencialmente viradas para a criação de valor com o menor custo possível. Desta

forma, torna-se cada vez mais pertinente preparar uma estratégia no que respeita ao *Facility Management*, pois passa por aí a chave para se atingir uma organização de excelência por parte dos gestores de instalações (Al., 2011). Esta estratégia passa por definir um planeamento, desde o projeto até ao fim do ciclo de vida de uma instalação que tem como objetivos (Tavares, 2009):

- i) Minimizar os custos de ocupação a longo prazo;
- ii) Planear o espaço interior de forma a que seja garantida uma ocupação, longa e funcional;
- iii) Preparação para futuras expansões;
- iv) Minimização os custos de futuras mudanças.

De facto, é de grande importância que exista o maior detalhe na elaboração do planeamento estratégico por forma a maximizar a competitividade da empresa no mercado e assim diminuindo os riscos (Tavares, 2009)

A atividade *Facility Management* tem vindo a crescer bastante uma vez que existe uma maior preocupação na fase de exploração e operação. Atualmente, num edifício com uma vida útil de 50 anos estima-se que os seus custos de operação possam superar os 80% do custo total e apenas 20% dos custos são aplicados na sua conceção e construção. É possível visualizar na Figura 2.2 os parâmetros que constituem o custo do ciclo de vida (Rodas, 2015).



Figura 2.2 - Custos de toda a vida de um edifício (Rodas, 2015)

2.1.2 Facility Management em Portugal

Em Portugal os primeiros passos do FM foram dados em 2006, tendo sido formada a Associação Portuguesa de *Facility Management* (APFM) com o objetivo de divulgação e o desenvolvimento do *Facility Management*, como gestão integrada dos locais e ambientes de trabalho, com a proposta de realizar a otimização de espaços, de processo e tecnologias (APFM, 2017). Trata-se de uma associação sem fins lucrativos que viu o seu conceito ser implementado em 2008 e desde aí tem vindo a assistir a um

crescimento da sua importância neste domínio (Dores, 2014). A APFM define como principais objetivos: (APFM, 2017):

- i) Destacar a importância da categoria profissional de *Facility Manager*, procurando a excelência profissional;
- ii) Conduzir ao rápido crescimento da indústria de *Facility Management*;
- iii) Incrementar as oportunidades para o conhecimento de todas as áreas relacionadas com a *Facility Management*;
- iv) Promover, dinamizar e levar a cabo ações de formação profissional;
- v) Promover conferências, colóquios e outros atos de natureza análoga, que se traduzam num melhor conhecimento e expansão da área profissional representada pela Associação, incluindo a edição de documentação técnica;
- vi) Contribuir para um bom entendimento e solidariedade entre os seus associados;
- vii) Estabelecer as ligações ou filiações julgadas convenientes em associações e organismos congéneres nacionais ou internacionais, nomeadamente a IFMA e a EFMN, e aceder aos relatórios, publicações e conferências destas Associações;
- viii) Representar os seus associados em todos os atos de interesse geral ou sectorial.

Existe a convicção de que a APFM possa vir a ser um catalisador para o FM que tem vindo a ganhar força a nível nacional (Dores, 2014).

2.1.3 Gestão de Instalações

A gestão de instalações pode ser estabelecida como o conjunto de ações e procedimentos que são necessários para otimizar o desempenho de um edifício após a sua construção de forma a otimizar o seu desempenho (Andrade, 2014). Neste sentido, torna-se necessário melhorar a relação entre os desempenhos e os respetivos valores de uma instalação (Soares, 2013), sendo apenas conseguidos através do conhecimento de diferentes áreas tais como a economia, sociologia, gestão, engenharia. Para além disso, é igualmente muito importante adotar uma postura de controlo, verificação e melhoria contínua do processo.

O foco da gestão de instalações passa pela procura de uma relação ótima entre o desempenho da instalação e o seu valor, o que quer dizer que se pretende é tentar tirar partido de todas funcionalidades para que um determinado edifício foi projetado, com o

menor número de intervenções possíveis (Alves, 2008). É pertinente que se aplique o conhecimento de gestão na área do património edificado, devido ao facto desta área combinada com a gestão permitir a otimização da vida útil dos edifícios. Neste sentido, são programadas as intervenções, associando a cada uma delas o respetivo custo, tentando desta forma que o edifício cumpra os requisitos aquando a sua construção, durante o maior tempo possível (Lopes, 2005).

Devido ao grande volume de informação presente na gestão de instalações, é importante fazer a sua divisão em três domínios de atividades principais que dizem respeito a áreas com focos diferentes: a gestão técnica, gestão económica e gestão funcional (Figura 2.3).

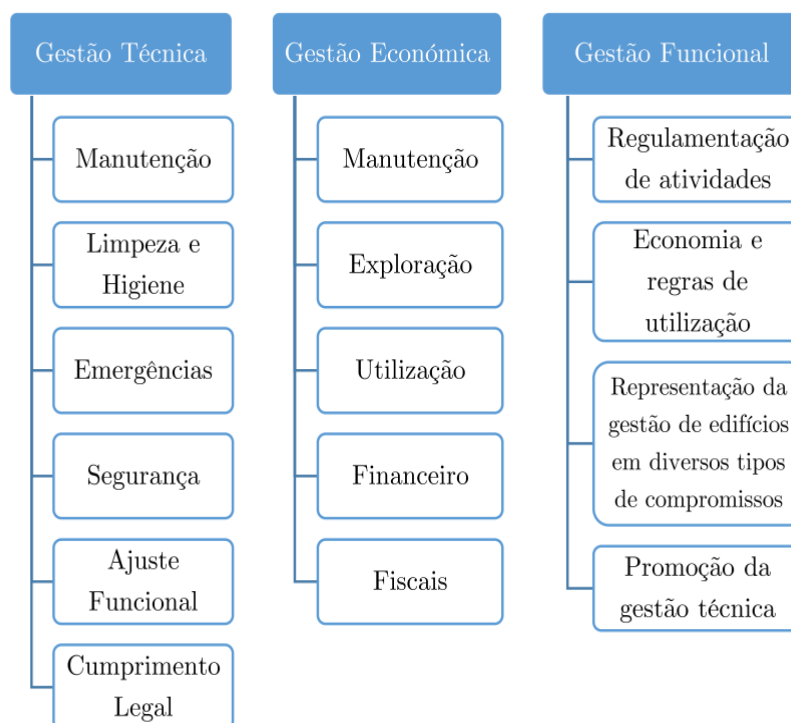


Figura 2.3 - Atividades principais e processos (Soares, 2013)

2.1.3.1 Gestão Técnica

A gestão técnica corresponde à parcela mais orientada para a engenharia civil, uma vez que apresenta um conjunto de ações que tem como objetivo garantir o desempenho das diversas soluções construtivas (Rodrigues, 2001). Encontram-se dividida em 6 ações, designadamente: i) Manutenção; ii) Limpeza e Higiene; iii) Emergências; iv) Segurança; v) Ajuste Funcional; vi) Cumprimento Legal.

Das ações apresentadas, na Figura 2.4, a que se reveste de mais importância corresponde à manutenção, devida à sua dimensão. É nesta fase que o gestor de

instalações tem um papel preponderante, pois é nesta fase que se define o tipo de intervenção a realizar (Soares, 2013).

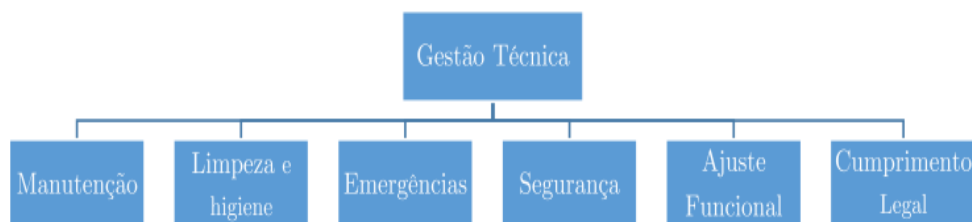


Figura 2.4 – Partes Integrantes da gestão técnica (Rodrigues, 2001)

Na Limpeza e Higiene, a avaliação terá de ser feita de caso para caso, tudo isto porque esta depende da finalidade a que se destina o edifício.

Relativamente às Emergências regista-se que, estas podem ser de origem técnica ou accidental. As de origem técnica, são todas aquelas que afetam a funcionalidade de aspetos técnicos vitais ao funcionamento de um edifício, tal como abastecimento de água, eletricidade, sistema de elevadores, entre outros. Quanto às accidentais, acontecem muito raramente, pois são geralmente causadas por fenómenos naturais, que podem ser sismos, inundações, entre outras, cabendo ao gestor de instalações, prever para cada uma das situações (Mauricio, 2011). No que se refere às emergências accidentais, o trabalho do gestor passa a apenas por recorrer ao contacto telefónico dos bombeiros e policia (Rodrigues, 2001).

Sendo a segurança é um dos fatores mais importantes para os utilizadores no dia-a-dia. A pessoa responsável por a segurança deve ter presente que este processo é classificado como de maior importância na medida em que a sua satisfação é vital para o funcionamento de um determinado edifício (Mauricio, 2011).

O ajuste funcional, apresenta-se como uma atividade que permite prevenir patologias futuras (Rodrigues, 2001). Cabe assim ao gestor, ter em atenção as incompatibilidades existentes entre a instalação e os seus utilizadores (Rodas, 2015).

Para finalizar surge o cumprimento legal, em que o gestor é responsável por fazer cumprir toda a legislação e normas legais em vigor referentes ao edifício. O seu contributo deve ser dado logo desde planeamento da obra para precaver possíveis infrações legais. Durante a fase de gestão do edifício deve assegurar o cumprimento das disposições legais (normas dos elevadores, alterações feitas ao edifício, etc.) (Soares, 2013).

2.1.3.2 Gestão Económica

Durante muitos anos considerou-se que o custo inicial era um dos maiores esforços financeiros, no entanto tem existido uma mudança de paradigma e atualmente essa ideia encontra-se ultrapassada, como é possível verificar na Figura 2.5. Esta mudança de paradigma ocorreu essencialmente pela mudança de pensamento do dono de obra, em que este começou a ter uma maior preocupação com a rentabilidade do edifício. Assim, hoje em dia já não se pensa na opção mais económica numa fase inicial, mas sim naquela que é a mais económica a longo prazo (Soares, 2013).

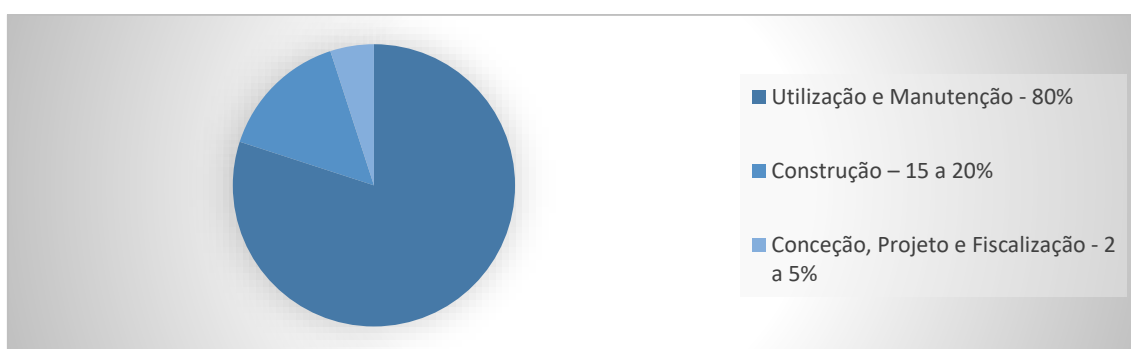


Figura 2.5 - Percentagens de custos Globais de um Edifício; Adaptado de (Soares, 2013)

A gestão económica, também ela deve ser dividida em atividades, sendo a divisão apresentada na Figura 2.6 da seguinte forma (Rodrigues, 2001):

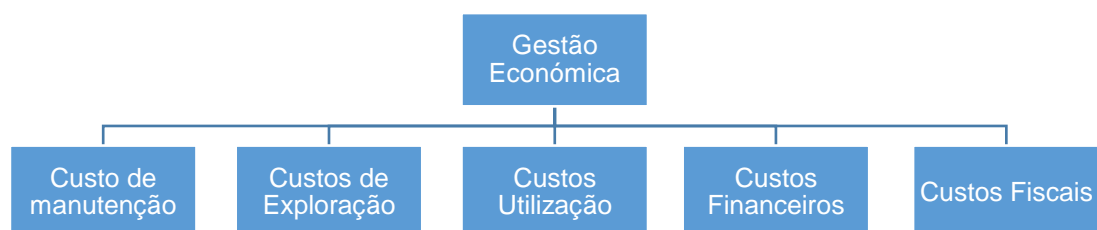


Figura 2.6 – Partes integrantes da Gestão Económica(Rodrigues, 2001)

Os custos de uma instalação (intervenções, expansões, etc.) estão diretamente relacionados com a manutenção, pois estão dependentes do tipo de intervenções a realizar. De facto, o tipo de intervenção que se vai realizar numa determinada instalação vai influenciar diretamente os custos da mesma (Rodas, 2015).

A exploração é o caso onde a gestão económica é mais importante, tudo porque é necessário criar condições ao funcionamento de um local de trabalho com o mínimo conforto (Mauricio, 2011).

Quanto à utilização regista-se que os custos associados, são todos aqueles que são necessários para que a instalação se mantenha em serviço, registando-se como exemplo as atividades de higiene (Rodas, 2015).

A parcela de custos financeiros são correspondentes a instalações técnicas de suporte de um edifício, e normalmente estão presentes ocorrem desde a fase de planeamento até à fase de utilização (Rodrigues, 2001).

Por fim, existe ainda uma parcela de custos fiscais que representam as obrigações fiscais que a implantação de uma instalação provoca.

2.1.3.3 *Gestão Funcional*

A gestão funcional é aquela que correlaciona, essencialmente, a ligação entre os diversos utilizadores do edifício, podendo assim, também ser designada como gestão social (Mauricio, 2011). A principal função desta atividade é potenciar a gestão técnica, garantindo que todos os processos que a compõem são desencadeados (Mauricio, 2011).

Assim (Rodrigues, 2001), divide a atividade nos seguintes processos (Figura 2.7):

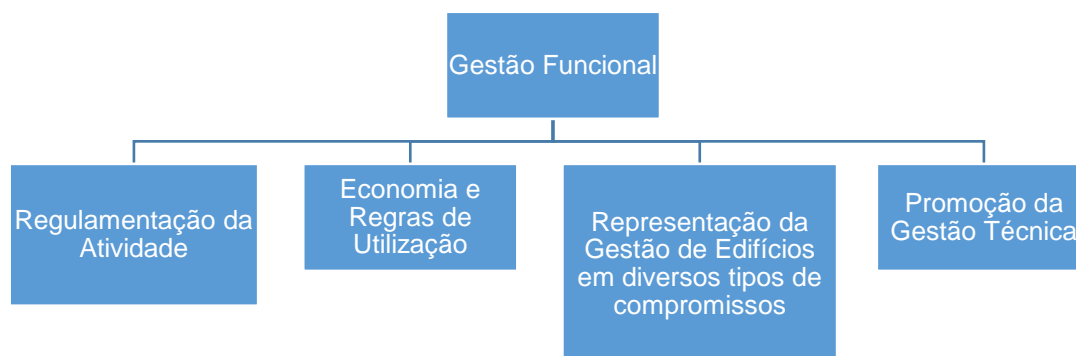


Figura 2.7 - Subdivisão da Gestão Funcional (Rodrigues, 2001)

A gestão técnica depende do tipo de instalação a explorar, onde é possível fazer a divisão das instalações em (Soares, 2013): 1) Instalação para habitação; 2) Instalação para fins Públicos; 3) Instalação para fins industriais.

O papel do gestor na gestão funcional passa pela definição de regras e comportamentos que devem ser seguidas pelos utilizadores das instalações, satisfazendo, como tal, as necessidades comuns a todos (Mauricio, 2011).

2.1.4 Manutenção

De uma forma genérica a manutenção é a ação de manter, conservar ou proteger (Fontes, 2014).

A fase de construção apresenta uma enorme relevância na otimização do funcionamento das instalações, estando o funcionamento diretamente ligado com as ações de gestão e manutenção. Desta forma durante o processo, deverá existir uma preocupação dos intervenientes em delinear plano de manutenção o mais correto e estruturado possível, para que durante a vida útil da instalação este seja eficaz (Mauricio, 2011).

Neste sentido, as estratégias de manutenção traçadas devem convergir por forma a criar um equilíbrio ideal entre a manutenção planeada e não planeada, que serão em reações subsequentes mais à frente. Torna-se assim possível evitar um aumento dos custos, pois começa-se a introduzir a manutenção planeada e não apenas a não planeada, esta ultima apresentando custos mais elevados (Tavares, 2009).

Na Figura 2.8, é possível visualizar de um modo muito simples o conceito de manutenção e reabilitação, retirando por exemplo que: a manutenção devolve os níveis de desempenho iniciais, existindo um prolongamento do tempo de vida útil. É possível também visualizar que se fez uma pequena alusão ao restauro no mesmo esquema, sendo este diferente da manutenção, pois é apenas executada quando a instalação já se encontra abaixo do nível de utilização, mas tal como a manutenção devolve os níveis de desempenho iniciais (Alves, 2008).

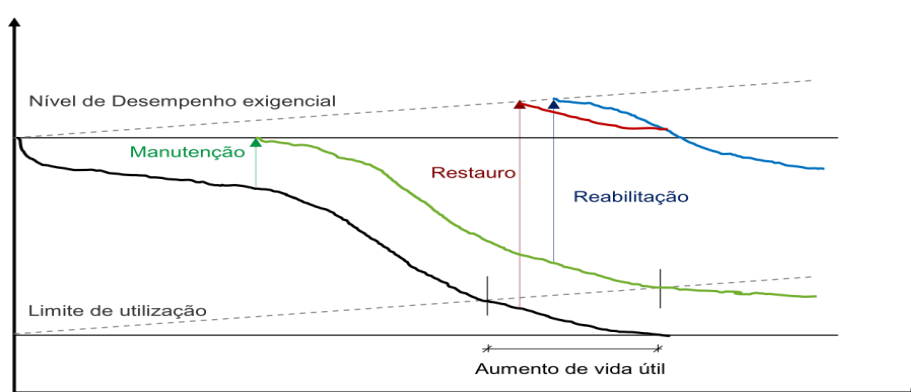


Figura 2.8 - Manutenção e reabilitação (Rodrigues, 2001)

Para que um sistema de manutenção seja implementado corretamente é necessário estar disponível informação o mais completa possível, contendo cadastros técnicos, económicos e funcionais. Como se trata de informação muito extensa, existindo muitos

dados, os sistemas informáticos desempenham um papel essencial neste conceito (Alves, 2008).

Consideram-se assim que existem vários tipos de manutenção, onde é aplicada cada uma é aplicada caso a caso, onde não deve de existir o mesmo nível de requisitos para edifícios (Figura 2.9) (Fontes, 2014).

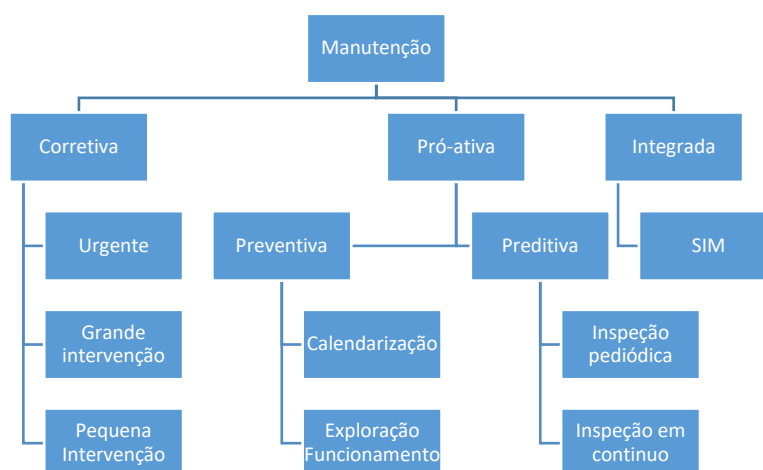


Figura 2.9 - Estratégias de Manutenção (adaptado de Alves, 2008)

Podem-se considerar três tipos de manutenção: i) manutenção planeada ou pró-ativa; ii) manutenção não planeada ou corretiva e iii) manutenção integrada (Soares, 2013).

2.1.4.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva ou reativa, é aplicada apenas após a deteção de uma determinada avaria e tem como objetivo restaurar as funções de um bem para que este volte a realizar a função solicitada (Ribeiro, 2012), podendo ser dividida em diferentes tipos de acordo com o apresentado na tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Tipo de intervenções associados à manutenção corretiva (Rodrigues, 2001)

Tipo de intervenção	Características
Pequena dimensão	Reconhecer e assessorar as operações destinadas a repor as condições originais.
Grande dimensão	Normalmente associado à reabilitação; trabalhos que carecem de meios mais específicos, tais como a beneficiação e à reconstrução.
Urgente	Anomalias detectadas numa fase de deterioração avançada, sendo necessário uma intervenção imediata de correcção ou substituição.

Devido à aplicação das estratégias indicadas, existem muitas das vezes . Para a redução de custos é necessário implementar procedimentos técnicos, apoiados em fichas de diagnóstico para que se obtenham respostas rápidas aos problemas que possam surgir no dia-a-dia e necessitem de reparações imediatas (Tavares, 2009).

Neste sentido, é necessário que se crie uma base de dados para se implementar estes procedimentos-tipo, tentando inculcar uma cultura de atuação rápida e atempada quando existe degradação da instalação. A existência de ação concertada de atuação, que se apoia nos pilares apresentados na Figura 2.10 (Flores, Brito, 2002):

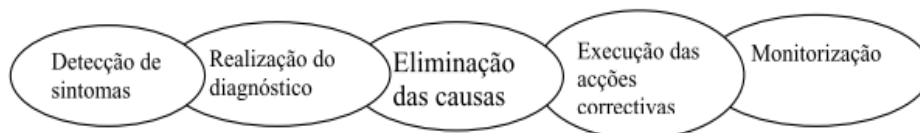


Figura 2.10 - Enquadramento das ações da manutenção corretiva (adaptada de Flores, Brito, 2002)

Apesar de a manutenção corretiva parecer uma boa estratégia, apresenta diversas dificuldades durante o tempo de vida de uma instalação (Flores, Brito, 2002):

- i) Por norma os meios disponibilizados não são suficientes para atender às diversas solicitações, em tempo útil, existindo a necessidade de recorrer a empresas de *outsourcing*, incorrendo a um acréscimo de custos não previstos;
- ii) Inúmeras vezes existe dificuldade ou a inaptidão em compatibilizar as intervenções com os meios disponíveis, sendo necessário incorrer a trabalhos em horas extraordinárias, com sobrecustos;
- iii) Tratando-se de intervenções difíceis, só perceptíveis na sequência de reclamações dos utentes, a ausência deste tipo reclamação traduz uma progressiva degradação de elementos, que muitas das vezes não são perceptíveis aos olhos do cidadão comum, o que pode um fator fulcral na degradação e encurtamento do tempo de vida útil do edifício.

2.1.4.2 *Manutenção Pró-ativa*

Este tipo de manutenção tem como objetivo um planeamento elaborado previamente antes de ocorrer a falha, evitando que exista a probabilidade de um determinado elemento apresentar degradação e apresentar desempenhos inferiores aos espectáveis (Flores, Brito, 2002). A manutenção pró-ativa é assim dividida em duas subcategorias, a preventiva e a preditiva (Pina, 2015).

Manutenção preventiva

É feito um planeamento e as intervenções são realizadas em intervalos de tempo específicos, não importando o estado de conservação da instalação. Esta intervenção não necessita de ser numa data específica, podendo ser realizada na altura mais

oportuna, no entanto, é necessário um vasto conhecimento sobre a vida útil dos componentes bem como do risco que se incorre quando existe uma falha (Silva, 2013). O planeamento deve ser realizado de forma separada para cada elemento relevante realizado, planeamentos parciais. Mais tarde, estes, devem ser todos reunidos para formarem o planeamento global do edifício (Mauricio, 2011).

Na Figura 2.11 são sintetizadas as vantagens e desvantagens da manutenção preventiva.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Permite planear as operações de manutenção e os seus custos; • Reduz o incómodo da execução dos trabalhos previstos; • Origina, geralmente, uma maior satisfação dos utentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requer uma análise logo na fase de projecto, com dados de suporte e um controlo rigoroso e planeado; • Corre-se o risco de o plano de manutenção escolhido não se encontrar enquadrado na realidade.

Figura 2.11 - Vantagens e desvantagens da manutenção preventiva (Mauricio, 2011)

Manutenção Preditiva

Trata-se de um tipo de manutenção baseada na condição, apoia-se na análise do estado dos diversos elementos e posteriormente execução dos trabalhos de manutenção, tudo isto em função do estado de conservação (Flores, Brito, 2002). Existem vários métodos de observação e inspeção para prever o estado de degradação de um edifício, mas que são divididas em diversas inspeções, nomeadamente periódicas ou contínuas (Silva, 2013). Na Figura 2.12, são apresentadas algumas vantagens e algumas desvantagens deste tipo de manutenção.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Maior capacidade de detectar necessidades de intervenção; • Redução do número de anomalias imprevistas; • Facilidade de implementação, pois são apenas planeadas as inspeções, não as actividades de manutenção. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependente da análise realizada ao elemento durante a inspeção; • Existe a necessidade de otimizar os custos das inspeções que devem ser reduzidos, comparativamente com os custos de reparação consequentes, mas suficientes para permitir a obtenção de informação eficaz.

Figura 2.12 - Vantagens e desvantagens da manutenção preditiva (Mauricio, 2011)

De facto, o planeamento de todas as ações de intervenção possibilitam que exista uma menor interferência para com o funcionamento do edifício e consequentemente a redução dos custos (Tavares, 2009).

2.1.4.3 *Manutenção Integrada*

Este tipo de manutenção surge da junção entre a manutenção corretiva e a manutenção pró-ativa, para que se possa dar resposta às necessidades que os grandes empreendimentos evidenciam.

Juntamente com a manutenção integrada, surge o Sistema Integrado de Manutenção (SIM), cuja função passa pela coordenação de todas as áreas de uma instalação, permitindo tornar a manutenção mais simples e eficaz. Assim, com o SIM é possível recorrer à manutenção com a frequência que se pretende e não de forma obrigatória (Pina, 2015). Um SIM tem como objetivos (Rodrigues, 2001):

- i) Identificar e disponibilizar interlocutores e decisores capacitados;
- ii) Tipificar a situação facilitando a análise e resposta (automatizando-a se possível);
- iii) Padronizar procedimentos de contratação e intervenção;
- iv) Unificar as ações de registo alimentando com um único ato as bases de dados contabilísticas, tecnológicas e funcionais;
- v) Recolher informação final e realimentar o sistema.

A manutenção integrada permite realizar um sistema de manutenção computadorizado, fazendo assim a ponte entre esta temática e as novas tecnologias, que vão ser referidas mais adiante (Pina, 2015).

2.1.5 **Normalização**

Na sequência da necessidade de uniformizar o FM no espaço europeu, surge a *European Norms 15221*, dividida em 7 partes:

Parte 1: Termos e Definições (Terms and Definitions)

A norma 15221-1 (CEN, 2006a) descreve as diversas vantagens que uma abordagem via *Facility Management* pode fornecer a uma determinada organização (CEN, 2006a):

- i) Comunicação transparente e clara entre o cliente e o fornecedor do serviço;
- ii) Uso eficiente de sinergias dos diversos serviços, com melhoria do desempenho e redução de custos da organização;
- iii) Simplificação do conceito de responsabilidade interna e externa e maior facilidade de gestão do mesmo;
- iv) Redução de conflitos entre fornecedores de serviços internos e externos;
- v) Integração e coordenação de todos os serviços de suporte;

- vi) Informação transparente sobre custos e níveis de serviço, que possam ser transmitidos de forma clara aos utilizadores do serviço;
- vii) Melhoria da sustentabilidade de uma organização através da implementação de uma análise do ciclo de vida do edifício

Parte 2: Linhas de Orientação para a elaboração de acordos de FM (Guidance on how to prepare Facility Management agreements)

Tem como objetivo definir diretrizes para a elaboração de um contrato de *Facility Management* eficiente. Regra geral este acordo define a relação entre uma empresa que contrata serviços e outra que presta serviços de *Facilities* (Hormigo, 2017). Apresenta como finalidade:

- i) Promoção de relações transfronteiriças entre os diversos clientes/prestadores de serviços *Facility Management* na União Europeia e permitir uma interface clara entre o cliente e o prestador de serviços;
- ii) Melhorar a qualidade dos acordos de *Facility Management*;
- iii) Auxiliar na seleção e na definição do âmbito dos serviços de *Facility Management* e identificar opções para a sua prestação;
- iv) Auxiliar, bem como fornecer conselhos na redação e negociação de acordos de *Facility Management*, especificando os mecanismos para a resolução dos litígios;
- v) Identificar os diversos acordos de *Facility Management* e elaborar recomendações para a atribuição dos direitos e de obrigações entre as partes do acordo;
- vi) Simplificar a comparação entre acordos de *Facility Management*.

Parte 3: Linhas de orientação para a qualidade no Facility Management (Guidance on quality in Facility Management)

A Parte 3 da norma 15221 destina-se especialmente às organizações que pretendam adotar procedimentos de melhoria da qualidade, juntando a definição de níveis de serviço e utilização métricas (CEN,2011a). Esta parte tem como destinatários os gestores, consultores e profissionais, que podem ser de organizações de clientes, ou de organizações de prestadores de serviço, apresentando como objetivo fornecer linhas de orientação (CEN,2011a):

- i) Clarificar e compreender as questões relacionadas com a qualidade;
- ii) Definir os critérios e indicadores relativos à qualidade;

- iii) Elaborar e aplicar as medições (factos objetivos e subjetivos) do desempenho e qualidade do FM;
- iv) Descrever os factos subjetivos;
- v) Clarificar expectativas e perceções;
- vi) Apoiar o desenvolvimento de métricas e a seleção de indicadores;
- vii) Medir a eficiência dos processos de FM e a eficácia dos seus resultados;
- viii) Melhorar os processos com vista a garantir a qualidade aos níveis estratégico, tático e operacional;
- ix) Melhorar os processos de gestão da qualidade e assegurar a sua melhoria contínua;
- x) Melhorar a comunicação entre as partes interessadas;
- xi) Aumentar a eficácia dos processos de FM.

Part 4: Taxonomia, Classificação e Estruturas em Facility Management (Taxonomy, classification and structures in Facility Management)

A abordagem da Parte 4 tem como fundamento a atribuição de valor às atividades principais através da adoção de uma perspetiva de produto. Introduce o conceito de produtos normalizados de *Facility Management*, fundamentando o fornecimento de uma taxonomia para o *Facility Management* que inclua (CEN, 2011b):

- i) Inter-relações relevantes de elementos e respetivas estruturas no Facility Management;
- ii) Definições de termos e conteúdos para a normalização de produtos de facility que sirvam de base para o comércio transfronteiriço, a gestão de dados, a afetação de custos e o Benchmarking;
- iii) Uma classificação de alto nível e uma estrutura de codificação hierárquica para os produtos normalizados de facility;
- iv) A expansão do modelo FM básico fornecido na EN 15221-1 mediante a introdução de uma escala temporal enquadrado no de ciclo de qualidade denominado PDCA (Planear, Executar, Verificar, Atuar);
- v) O alinhamento com os requisitos das atividades principais.

Part 5: Linhas de orientação relativas a processos de Facility Management (Guidance on Facility Management processes)

O principal objetivo da Parte 5 consiste em apresentar linhas orientadoras para todas as partes envolvidas no processo de *Facility Management*, estando essencialmente

virada para os prestadores de serviços e seus clientes. Estas linhas de orientação permitem o desenvolvimento e melhoria dos diversos processos de apoio à atividade principal, esperando-se assim que as mesmas sirvam de apoio ao desenvolvimento, à inovação e à melhoria organizacional (CEN, 2011c). Ao ser aplicada a EN 15221-5:2006, permitirá que as organizações sejam capazes ou devam ser capazes de compreender a importância dos processos de *Facility Management* para a sua eficácia. (CEN, 2011c).

Part 6: Medição de áreas e espaços em Facility Management (Area and space measurement in Facility Management)

Esta Parte 6 da norma surge devido à necessidade de uma abordagem europeia à medição “de área e espaço”, tudo isto porque muitos dos países europeus utilizam atualmente regras e definições diferentes relativamente à área ocupada. Desta forma, é muito difícil fazer comparações e interpretações dos dados de medição de espaço e daí a necessidade desta norma, que vem estabelecer uma base comum, para a planificação e conceção, para a gestão de áreas e de espaços. Esta parte da norma abrange a medição de espaços de edifícios existentes e também abrange edifícios em fases de planeamento ou construção (CEN, 2011d).

Part 7: Benchmarking

A Parte 7 faz visa estabelecer o âmbito e as vantagens de eventuais melhorias numa determinada organização, através de comparações cíclicas do seu desempenho com uma ou varias organizações. Atualmente o *benchmarking* é uma ferramenta muito utilizada a nível internacional no setor da indústria, contudo tem sido mal utilizada no que diz respeito ao *Facility Management* (CEN, 2011e).

É possível associar o *Benchmarking* encontra-se associado ao termo “melhor prática”. Uma das formas mais inteligentes para uma melhora do seu desempenho é a comparação com a melhor empresa ou o melhor processo de um setor industrial. Adotando uma melhor prática é possível obter melhores resultados com menores custos, obter um melhor resultado, ou até mesmo um processo mais rápido (CEN, 2011e).

2.2 BIM

2.2.1 Considerações Gerais

Atualmente regista-se uma grande necessidade de se prever o desempenho final de um empreendimento, logo na fase inicial de projeto, sendo necessário o acesso a toda a informação que o define, desde a sua forma, à materialização e sistemas técnicos agregados, existindo uma enorme necessidade de troca de informação (Alexandre & Madeira, 2011).

Essa troca de informação e comunicação realizada entre todos os intervenientes envolvidos num projeto durante todas as suas diferentes fases era, tradicionalmente, realizada através de desenhos em papel, textos ou mesmo por via oral, o que nem sempre é considerado uma prática viável, satisfatória ou suficientemente rápida. Muitos dos erros e acidentes cometidos na fase de conceção têm origem na falta ou errada transmissão de informação entre os responsáveis, na medida em que alguma desta informação é mal-entendida ou mesmo esquecida. Para colmatar este problema, o setor tem que recorrer a novas tecnologias que ajudem a melhorar a comunicação, a interação e a partilha entre todos os intervenientes envolvidos (Rodas, 2015).

Considera-se que a metodologia designada por *Building Information Modelling* (BIM) permite uma representação digital das características físicas e funcionais de uma construção. De facto, esta representação apresenta uma grande vantagem permitindo a criação de (Freitas, 2014): i) uma base de dados fiável; ii) um registo de informação acerca das diversas fases do processo construtivo; iii) decisões (e a tomada de decisões) ponderadas sobre o ciclo de vida de uma instalação, bem como servir de auxílio à manutenção do objeto construído.

O BIM permite armazenar informação multidisciplinar dentro de uma representação virtual do empreendimento, tornando-se um repositório rico, uma vez que tem a capacidade de armazenamento de diferentes tipos de informações (Figura 2.13) (Sousa, 2013).

Segundo (Alexandre & Madeira, 2011) são atribuídas três características principais ao BIM:

- i) Cria e opera em bases de dados de modo a permitir o trabalho colaborativo;
- ii) Consegue gerir as mudanças nos projetos, sendo que uma alteração vai mudar todos os dados relacionados;

- iii) Armazena e preserva informação para reutilização noutros segmentos da indústria.

Este conceito desempenha um papel fundamental no que diz respeito à conceção dos projetos, bem como nos processos de gestão da construção. O facto da atividade de construção gerar grande número de dados e informações de vários tipos, a gestão e a comunicação desses dados, entre os vários intervenientes, torna-se bastante complexa (Alexandre & Madeira, 2011).

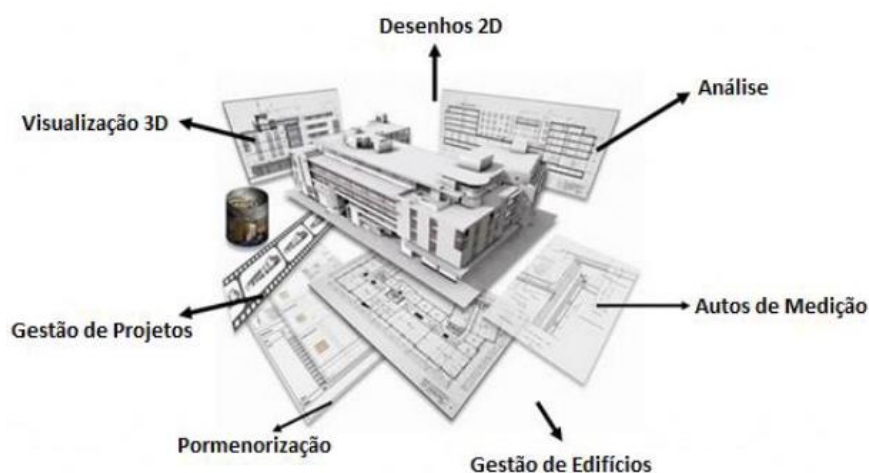


Figura 2.13 - Modelo inteligente (Freitas, 2014)

Os primeiros passos na área do BIM surgem em meados dos anos 70 pelo professor Charles M. Eastman sendo abordadas as várias teorias sobre a modelação de dados de produtos da construção (Eastman, 1975). Eastman lançou um artigo onde descreveu um sistema onde “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” (Eastman, 1975) (Tjell, 2010).

O tema do BIm começa a ganhar uma maior dimensão e expressão em 2002, por Phil Berstein, e mais tarde por Jerry Laiserin. BIM assume o nome comum para uma representação digital do processo de construção, a fim de facilitar o intercâmbio e a interoperabilidade de informação em formato digital (Silva, 2013). O BIM é muitas vezes confundido com um programa informático e não como um conceito para aqueles que fazem a mesma abordagem do mesmo.

De forma análoga, a designação BIM é, por vezes também erradamente utilizada para caracterizar modelos tridimensionais que não são mais do que objetos para a representação de uma dada construção. Este equívoco deve-se, provavelmente, ao

aspecto gráfico das aplicações que recorrem a este tipo de tecnologia. Em alguns casos, esta nova geração de aplicações é incorretamente entendida como uma nova versão dos produtos CAD mais utilizados (Silva, 2013).

Porém, uma das formas mais fáceis de conceptualizar o BIM corresponde a afirmar que se trata de uma partilha de informação entre todos os intervenientes (engenheiros, arquitetos, empreiteiros, donos de obra, etc.) durante as diversas fases do ciclo de vida de um empreendimento de construção (Figura 2.14). De facto a utilização do BIM pressupõe que esta partilha ocorra desde a fase de conceção até à sua demolição.

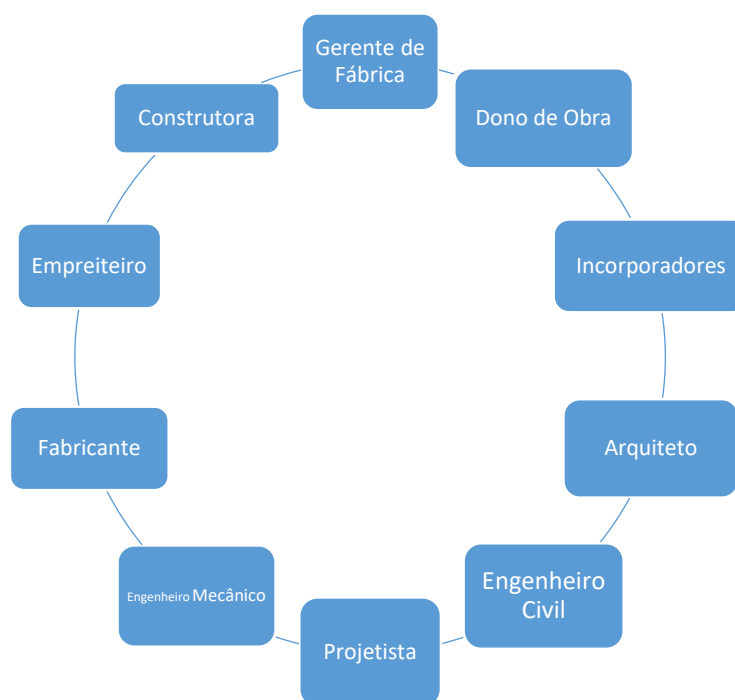


Figura 2.14 Partilha de informação BIM (Schley, 2012)

O BIM é muito mais do que a representação virtual dos objetos com intuito da geração de vistas automáticas (Witicovski *et al* 2009). O BIM é muito mais que um modelo 3D digital do edifício. Não é um modelo puramente geométrico, mas sim, um conjunto de informação sobre os diversos elementos do edifício que permite ao utilizador realizar alterações, estudar opções antes do edifício estar construído, dar sugestões para alterações do projeto e descobrir previamente erros contidos no mesmo (Soares, 2013). É pois possível afirmar que o BIM é um processo que se baseia num sistema de informação que cria valor e inovação a longo prazo (NIBS, 2008).

A interação entre fases permite fazer uma melhor gestão dos dados, pois ao compilar toda a informação disponível de todos no processo, torna possível a existência de partilha de informação de forma clara e organizada. Esta partilha é conseguida uma vez

que o BIM se baseia na modelação paramétrica e na interoperabilidade suportada por ficheiros de padrão aberto. O facto do modelo se encontrar ligado por relações paramétricas permite uma atualização em tempo real de todas as alterações feitas, evitando assim a existência de erros e a duplicação de informação (Rodas, 2015) (**Error! Reference source not found.**).

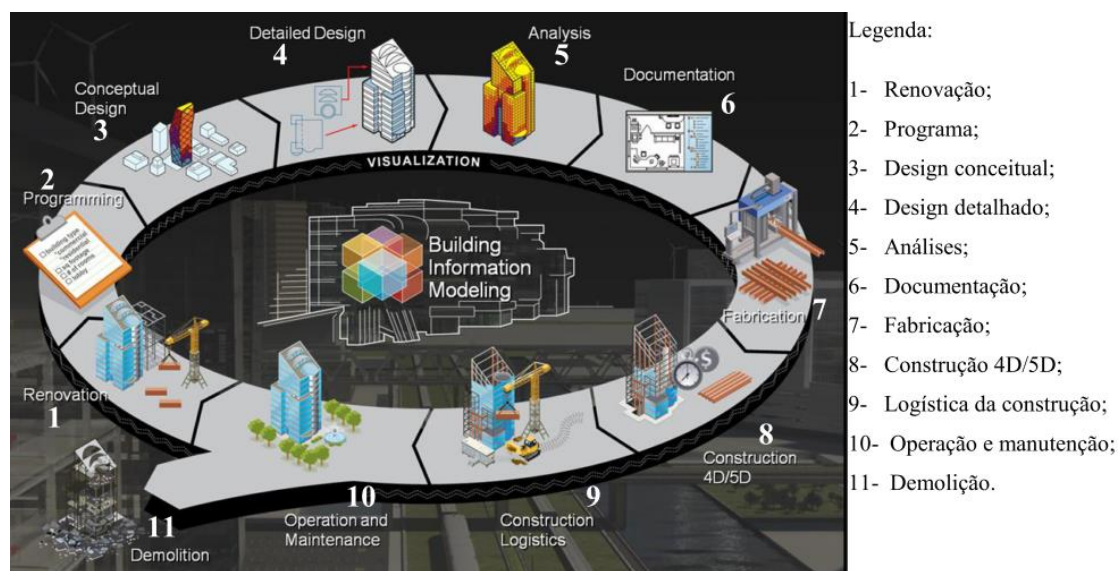


Figura 2.15 - Ciclo de vida de um edifício e as aplicações BIM associadas, adaptado de (Autodesk, 2017)

A automatização da produção das peças desenhadas de um projeto é uma das grandes vantagens da modelação BIM. Esta funcionalidade tira partido das relações paramétricas entre os elementos do modelo na medida em que permite trabalhar em qualquer uma das vistas sem a preocupação de ter que ajustar as restantes, cabendo ao programa utilizado executar as alterações automaticamente (Silva, 2013).

O *National Institute of Building Sciences* (NIBS) tem uma visão sobre a tecnologia BIM, como sendo um processo melhorado de planear, projetar, construir, usar e manter uma instalação, não importando se esta é nova ou velha, usando um modelo de informação normalizado que contém toda a informação apropriada, num formato que possa ser usado durante todo o seu ciclo de vida (NIBS, 2008).

Para além do que foi referido, os modelos BIM têm também a capacidade de suportar análises estruturais e energéticas, o planeamento do processo construtivo, análises de custos, etc. Para que exista um fluxo de informação entre todas as especialidades é necessário existir interoperabilidade (Silva, 2013). A interoperabilidade é definida como a capacidade de dois ou mais sistemas trocarem dados entre si, conceito este que define o BIM (Rodas, 2015).

2.2.2 Níveis de maturidade

Tratando-se o BIM de um conceito bastante complexo segundo o *BIM Execution Planning Guide* (CIC, 2011) para implementar o BIM é necessária a elaboração de um plano de execução, que é composto por catorze categorias (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 - Componentes do plano de execução de um Projeto BIM (Moreira & Ruschel, 2015)

	Categorias do PEPB	Descrição
1	VISÃO GERAL DO PLANO DE EXECUÇÃO DE PROJETO BIM	Justificar o Plano e explicitar a missão BIM desejada.
2	INFORMAÇÕES DO PROJETO	Incluir informações básicas do projeto (proprietário, nome, endereço, tipo de contrato / forma de entrega, descrição resumida, processo de projeto BIM, numeração de pranchas e cronogramas).
3	CONTATOS-CHAVE DO PROJETO	Apresentar e compartilhar contatos das partes envolvidas (proprietário, projetistas, empreiteiros, fabricantes e fornecedores assim como gerentes de projeto, gerentes BIM e outros contatos representativos).
4	METAS DE PROJETO / USOS DO BIM	Explicitar metas e os usos do BIM ³
5	FUNÇÕES ORGANIZACIONAIS / RECURSOS HUMANOS	Para cada uso BIM estabelecido identificar empresa (s) e pessoal responsável, incluindo número de funcionários por tarefa, horas de trabalho estimada e líderes.
6	PROCESSO DE PROJETO BIM	Desenvolver os mapas de processos para cada uso BIM, com as trocas de informações para cada atividade.
7	TROCAS DE INFORMAÇÕES BIM	Documentar as trocas de informações, os elementos do modelo por disciplina, nível de detalhe (LOD), e os atributos específicos importantes para o projeto.
8	BIM E REQUISITOS DE DADOS DE INSTALAÇÃO	Documentar os requisitos BIM no formato nativo do proprietário.
9	PROCEDIMENTOS DE COLABORAÇÃO	Desenvolver procedimentos de colaboração e atividades eletrônicas (estratégia de colaboração, trocas de informações para entrega e aprovação do modelo, espaço de trabalho interativo, procedimentos de comunicação eletrônica).
10	CONTROLE DE QUALIDADE	Explicitar estratégias para o controle de qualidade do modelo (conteúdo do modelo, LOD, formato, responsável por atualizações e distribuição do modelo a outras partes). O controle de qualidade envolve: verificação visual, de interferências, padrão e de validação.
11	NECESSIDADES DE INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA	Determinar os requisitos de hardware, software, licenças, redes e modelagem de conteúdo para o projeto (famílias e base de dados com padrões consistentes).
12	ESTRUTURA DO MODELO	Desenvolver padrão de nomes de arquivos, diagrama de separação (pisos, zonas, disciplinas), sistema de unidades e de coordenadas, identificar e acordar itens como padrões CAD / BIM (versões de IFC, referência de conteúdo).
13	ENTREGAS DO PROJETO	Considerar em que nível serão as entregas: fase, prazos, formato e outras informações relevantes.
14	ESTRATÉGIAS DE ENTREGA / CONTRATOS	Definir o método de entrega e contratação antes do início do projeto que devem conter a estrutura do projeto, forma de pagamento, responsabilidades e detalhamento do modelo, formatos de arquivo, direitos de propriedade intelectual e outras questões.

A utilização deste tipo de plano permite auxiliar o cumprimento das metas no final do processo, otimizando o projeto implementado em BIM, e acrescentando valor ao mesmo (Moreira & Ruschel, 2015).

A implementação do BIM, quer ao nível de um país, quer ao nível de uma organização, apresenta três níveis de maturidade (Figura 2.16). Baseiam-se tanto no nível de tecnologia usado na modelação do projeto, bem como no nível de colaboração usado no processo (Rodas, 2015).

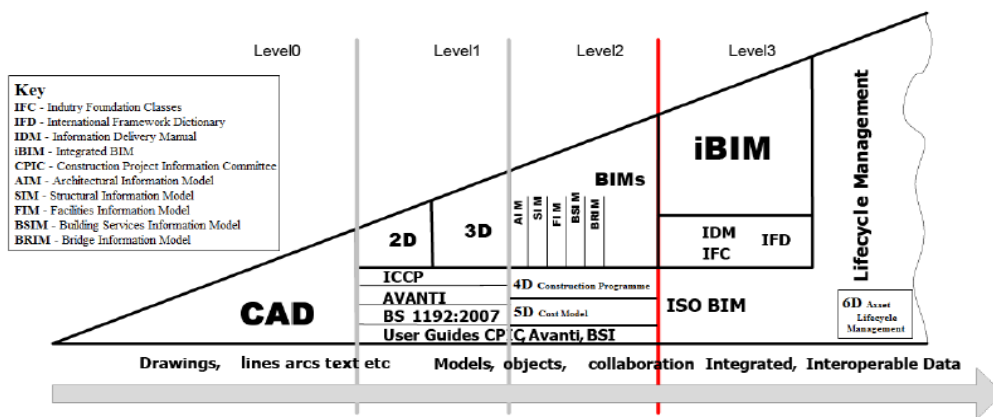


Figura 2.16 - Níveis de maturidade BIM (Pontes, 2016)

O nível 0 ou pré-BIM, que hoje em dia está em desuso, e baseia-se num processo de troca de informação, elaborado em formato eletrónico ou em papel, com representações em CAD-2D.

O nível 1 é atualmente o mais aplicado estando relacionado com o uso de formatos CAD-2D para apresentação de documentos, como informações de equipamentos, e de formatos 3D para a conceção de projetos (Gamboa, 2015).

No nível 2 começa a ser introduzida outra abordagem, na qual cada equipa desenvolve o seu projeto CAD-3D de forma individual. Assim, não existe um modelo único e partilhável. Todavia, toda esta informação criada é partilhada eletronicamente pelas restantes equipas num ambiente de trabalho que vai ser comum a todos. Esta informação é partilhável e é introduzido o uso de um formato comum que permite a verificação de erros entre projetos por qualquer equipa (Rodas, 2015). Refira-se que, independentemente do *software* BIM utilizado, este deve ter a capacidade de exportar / importar ficheiros em IFC (*Industry Foundation Classes*) (Pontes, 2016).

O último nível de maturidade BIM, o nível 3, que representa a aplicação ideal do BIM, no qual é colocado em prática um processo aberto e integrado com recurso a modelos partilhados por todos os intervenientes do projeto e está disponível numa plataforma *online* (Rodas, 2015). Neste nível todas as equipas estão atualizadas e podem aceder às informações contidas no modelo, eliminando por completo o risco de existirem conflitos entre os mesmos.

Atualmente muitos dos potenciais utilizadores colocam barreiras quando se trata de implementar uma mudança, criando algum tipo de resistência porque muitas das vezes terão de aprender novas técnicas, dominar novas ferramentas e sobretudo sair da sua “zona de conforto”. O mesmo aconteceu quando se passou do papel para o CAD-2D e atualmente acontece na passagem do 2D para o 3D (Thein, 2011).

De facto, torna-se necessário mostrar que o BIM tem realmente capacidade para mudar, de uma forma positiva e construtiva, a maneira como os processos do projeto, construção e gestão são feitos, mostrando o impacto do BIM no ciclo de vida de um empreendimento (Pina, 2015).

A curva de MacLeamy, (Figura 2.17) permite perceber como uma implementação do BIM, possibilita a deteção e a antecipação de erros, bem como perspetivar que alterações sejam realizadas no estado inicial da obra, como forma de otimizar recursos e custos associados, minimizando impactos negativos em aspetos fundamentais do projeto.

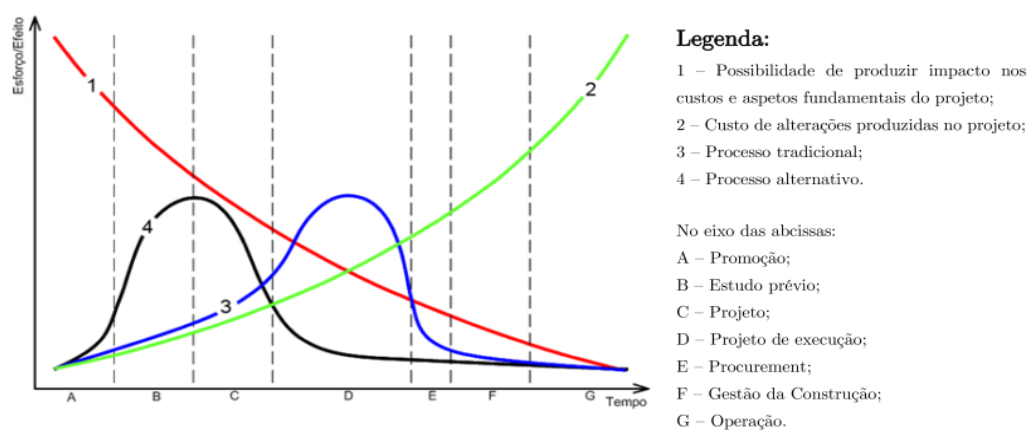


Figura 2.17 - Vantagens decorrentes da antecipação de decisões de projeto - Curva MacLeamy adaptado de(Joana Lopes, 2017)

O que MacLeamy tentou demonstrar foi que as metodologias existentes desprezam erradamente a fase de conceção supostamente para obter lucros e por não ser a fase mais importante. Esse aspeto pode ser devido à realidade que na fase de projeto não existe nada que seja realmente criado. Contudo, a pouca importância dada à fase de projeto desencadeia custos consideráveis e um maior esforço tem que ser dado à mesma. A mudança de fluxo de esforço necessária, apresentada pela curva de MacLeamy, relativa a um projeto integrado pode representar mudanças significativas no processo construtivo da indústria da construção civil (Pina, 2015).

2.2.3 Level of Development (LOD)

O Level of Development (LOD) permite identificar a clareza do conteúdo e a fiabilidade dos modelos BIM através dos mais variados processos construtivos (Joana Lopes, 2017). Este representa o grau de desenvolvimento de um determinado objeto num modelo BIM, desde a sua geometria até à sua informação mais detalhada (AIA, 2008).

É possível definir o LOD como sendo o nível com que os intervenientes do projeto podem ter na informação dada ao elemento, podendo esta ser menos ou mais rigorosa. É, no entanto, necessário compreender que esta definição não caracteriza a quantidade de informação associada. Estes níveis vão evoluindo consoante a informação disponível para um determinado objeto. A título de exemplo refere-se que um empreiteiro não precisa de ter conhecimento da aparência de uma conduta AVAC para a colocar num edifício, contudo, deve saber quem é o seu fabricante e o modelo em questão, já o projetista precisa de conhecer com detalhe a geometria da e as características (practicalBIM, 2013).

O *Structural Engineering Institute - Council of American Structural Engineers*, em 2011, publicou um documento em que estabelece e enquadra os cinco LOD's definidos pelo AIA (*The American Institute of Architects*) e que estão representados na Figura 2.18 (ACEC, 2011):

- i) LOD 100 – Neste nível de detalhe devem ser fornecidas informações sobre volumes e massas, tendo apenas informação básica acerca dos elementos. O uso deste tipo de modelo é limitado à revisão da disposição básica dos espaços e ao cálculo de volumes e áreas. No entanto existe muita das vezes, informação suficiente para uma estimativa geral do planeamento do projeto bem como da sua duração.
- ii) LOD 200 – A passagem para este nível corresponde a uma evolução, existindo neste nível informação suficiente para permitir uma análise básica do sistema estrutural, especificamente através da exportação para softwares de cálculo automático de estruturas. Podem existir elementos com informação não geométrica, contudo essa informação pode ser utilizada para uma estimativa de custos. Nesta fase o modelo pode apresentar uma aparência escalada no tempo, dos elementos principais, com o objetivo de assistir o faseamento e planeamento da obra;
- iii) LOD 300 – Neste nível deverá existir informação suficiente para a preparação dos documentos relacionados com a construção, nomeadamente ao nível de projeto de execução. Os objetos podem incluir informação adicional, como informação não geométrica, capaz de ser utilizada pela equipa de projeto ou construção. Este nível de desenvolvimento pode ser usado para a preparação de desenhos para fornecedores, bem como para a elaboração de mapas de trabalhos e quantidades da obra e estimativas de custos;
- iv) LOD 400 – A este nível já devem existir detalhes adicionais para todas as estruturas primárias e secundárias de suporte. Como tal, deve estar presente

- toda a informação sobre a fabricação, montagem ou construção. Este modelo deve ser uma representação virtual da estrutura que mais tarde pode vir a ser usada durante a construção. Atendendo a todo este detalhe é possível fazer uma estimativa de custos detalhada baseada nos elementos do modelo construído;
- v) LOD 500 – Todos os objetos e elementos são modelados de acordo com a construção, existindo uma enorme precisão em todos os detalhes. Este modelo tem os mesmos propósitos do que os LOD 400, no entanto pode ser utilizado para a manutenção, se assim for necessário. Alguns clientes podem exigir que se faça a gestão da manutenção, fazendo-se assim a modelação e posteriormente a manutenção através do COBie, sendo apenas possível realiza-la no LOD 500, pois é neste LOD que se colocam as informações de maior relevância para realizar a gestão da manutenção.



Figura 2.18 - Level of development (adaptado bimandco, 2017)

É possível estabelecer uma ponte entre os níveis referidos anteriormente e as diversas fases de projeto definidas na Portaria 701-H/2008, de 29 de julho, publicada em Diário da República (AIA, 2008; Silva, 2013).

A portaria referida apresenta o projeto dividido em quatro fases principais, apresentando os requisitos a ter em consideração em cada uma delas: o programa base, o estudo prévio, o anteprojeto e o projeto de execução. Em seguida serão apresentados alguns dos requisitos exigidos na Portaria 701-H/2008:

- i) Programa Base - Desenvolvido o conceito do projeto, bem como a representação esquemática da obra, uma estimativa geral do custo de obra e a indicação de condicionantes ao projeto, entre outros;
- ii) Estudo Prévio - Desenvolvidas as soluções que foram aprovadas no programa base, devend ser definidos esquematicamente todos os elementos estruturais principais. No caso de algumas das condições não estarem definidas no contrato, o estudo prévio deve conter alternativas para as soluções propostas pelo dono de obra;

- iii) Anteprojeto - Desenvolve a solução aprovada no estudo prévio, sendo composto por peças escritas e desenhadas e elementos de natureza informativa que tenham como fundamento definir e dimensionar a obra, bem como o esclarecimento do modo da sua execução;
- iv) Projeto de execução - Desenvolve o anteprojeto aprovado, tendo na sua constituição um conjunto coordenado de informações escritas e desenhadas de fácil interpretação por parte das diversas entidades intervenientes na execução da obra, obedecendo aos requisitos presentes na legislação e regulamentação aplicável.

Neste, seguindo as sugestões da divisão nos vários níveis de desenvolvimento (LOD'S) do modelo e fazendo a ponte com as fases do projeto definidas na portaria nacional acima apresentada, é possível agrupar os vários níveis em fases, conseguindo moldar este conceito à realidade portuguesa (Silva, 2013):

- i) LOD 100 – Programa Base;
- ii) LOD 200 – Estudo Prévio/ Anteprojeto;
- iii) LOD 300 – Projeto de Execução;
- iv) LOD 400 – Preparação de Obra, Construção e Montagem;
- v) LOD 500 – Gestão e Operação.

Esta divisão pode ser feita de outra forma, não tendo um modelo imposto, uma vez que se trata de uma abordagem possível. Optou-se por colocar o estudo prévio juntamente com o anteprojeto, pelo facto de estarem bastante relacionadas entre si (Silva, 2013). O que está representado no esquema e na Figura 2.19 pode ser alterado se, por exemplo, o dono de obra exigir um nível de detalhe diferente.

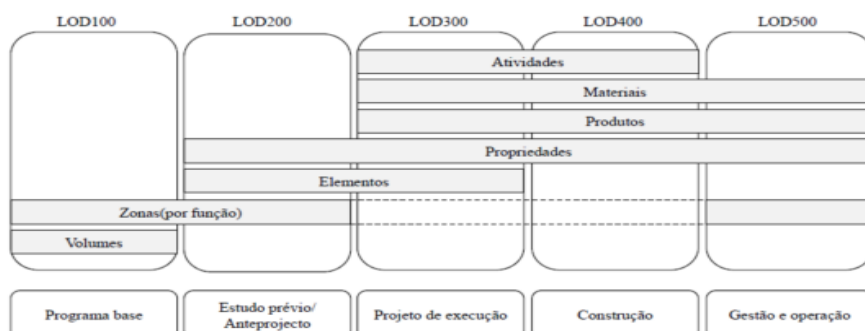


Figura 2.19 - Níveis de desenvolvimento no âmbito nacional (Freitas, 2014)

De facto afigura-se de maior importância que exista um documento que sirva de guia para a estruturação da modelação (Silva, 2013).

2.2.4 Dimensões BIM

Uma representação física de um edifício envolvendo o tempo, pode ser apresentada em três modelos: “*como era*”, “*como é*” e “*como será*” (Cerovsek, 2011).

As dimensões são estabelecidas como extensões do BIM, onde são associados diversos aspetos com informação de projeto, necessários em cada etapa do ciclo de vida de uma instalação.

Existem ferramentas de modelação nD são constituídas por uma panóplia de aplicações informáticas, que acedem a modelos nD através de um formato de dados normalizados (Lee, A., Wu, S., Marshall-Ponting, A., Aouad, G., Cooper, R., Tah, J. H. M., Abbott, C. & Barrett, 2005). Esta noção conduz-nos para o *design* “nD”, que é uma abordagem central, com um conjunto de informação essencial a um determinado projeto.

Assim, gera-se a possibilidade das equipas conseguirem estar a par da informação em tempo útil (A.J. Marshall-Ponting, 2005). É possível visualizar alguns resultados. No que diz respeito ao desperdício de informação, em que há uma melhoria significativa. Esta eficiência deve-se ao facto de existir uma limitação no número de intervenientes que transferem informação original, pois a informação é concentrada num conjunto reduzido de utilizadores que trabalha e compila a informação para evitar perdas de informação.

Como já foi referido, o BIM é muito mais do que as dimensões geométricas, sendo em seguida apresentadas de forma sucinta todas as dimensões do modelo, e posteriormente desenvolvidas. Um determinado modelo BIM pode estar contido nas dimensões 3D e 7D (Andrade, 2014).

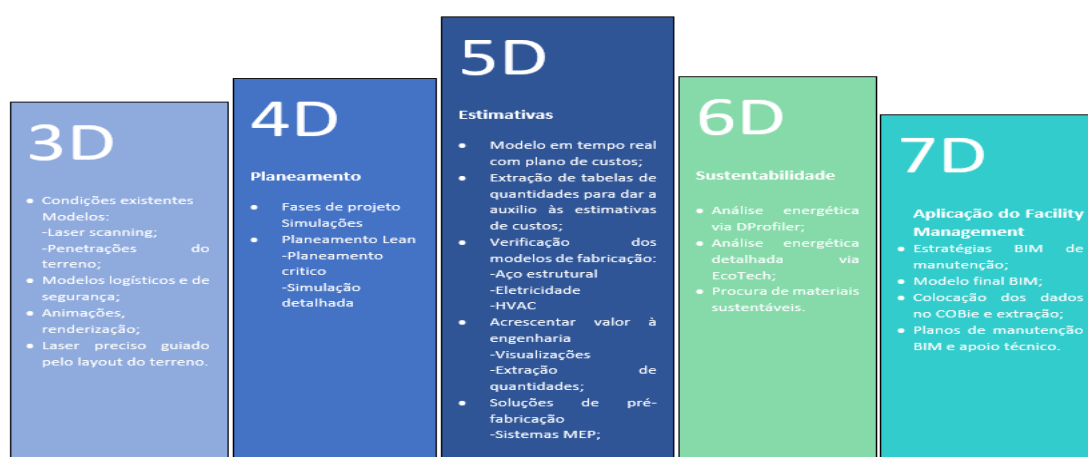


Figura 2.20 - Dimensões BIM (adaptado deBIMForum, 2014)

A dimensão 3D - Peças Desenhadas utiliza o modelo para a exportação de peças desenhadas, tanto em 2D, tanto em 3D, que vão ser utilizadas durante a fase de construção. Tem-se como pontos fortes:

- i) Permitir uma atualização automática das peças desenhadas por extração direta do modelo 3D;
- ii) Permitir o aumento da comunicação entre os diversos intervenientes.

Na dimensão 3D - Coordenação é realizada a deteção automática dos erros entre as diversas especialidades através de *softwares* BIM, como por exemplo o *NAVISWORKS*. Assim, apoia também a coordenação do trabalho no terreno, visto que deteta os problemas antes da construção. Tem como pontos fortes:

- i) Relativamente ao método tradicional (peças desenhadas 2D) tem uma maior precisão e eficácia;
- ii) Permitir a redução do tempo de obra e assim também os custos;
- iii) Coordenação de projeto através de um modelo 3D;
- iv) Permitir a eliminação de conflitos.

Um modelo 3D contém uma descrição precisa das condições físicas de uma determinada infraestrutura, bem como informações sobre os seus elementos, arquitetónicos, estruturais, mecânicos, elétricos, entre outros. Ao existir uma facilidade no armazenamento de informação e havendo uma atualização contínua de dados, possibilita-se que o modelo tenha informação como números de série, garantias, históricos de manutenção, entre outros, facilitando o trabalho aos intervenientes de todo o processo. Pode também conter informações das “telas finais” que permitem ao dono de obra monitorizar o projeto, podendo assim fazer a validação, por exemplo, de autos de faturação. Tem como pontos fortes:

- i) Elaboração de registos históricos;
- ii) Reduzir disputas e contestações (validação dos diversos produtos através da comparação das suas especificações com as especificações exetáveis);
- iii) Apoiar a gestão de instalações, a manutenção e serve como suporte à modelação de projetos de reabilitação;
- iv) Dar garantias de conformidade, relativamente aos produtos recebidos.

A dimensão 4D é utilizada para gerar graficamente, de forma simultânea, elementos permanentes e temporários, com calendarização das atividades de construção. Pode também incluir recursos de mão-de-obra, equipamentos, etc. Como é possível atribuir as tarefas do planeamento aos diversos elementos do modelo 3D, existe a possibilidade

de visualizar o planeamento a crescer de uma forma 3D, permitindo assim uma análise ao longo dos diferentes espaços físicos e temporais (4D – Planeamento e utilização do estaleiro de obra). Tem como pontos fortes:

- i) Permitir a identificação de conflitos entre o espaço e o tempo;
- ii) Verificar se os métodos construtivos escolhidos são realizáveis;
- iii) Apoiar a preparação e organização de estaleiro e frentes de obra durante o processo construtivo;
- iv) Permitir a simulação de instalações temporárias, áreas de montagem e entregas de material para todas as fases da construção.

A dimensão 4D permite planear as diversas fases de construção, servindo como uma ferramenta importante para a comunicação entre os intervenientes, bem como para a visualização da construção. Tem como vantagem o facto de apoiar na monitorização e ajudar na prevenção de segurança (4D – Planeamento de sequência construtiva). Tem como pontos fortes:

- i) Permitir uma melhor programação da construção e das datas previstas;
- ii) Permitir a antecipação de erros e conflitos entre as diversas frentes de trabalho;
- iii) Permitir um aumento da capacidade na análise de soluções para os conflitos encontrados;
- iv) Aumentar a produtividade e diminuir desperdícios que ocorrem durante na obra durante o processo construtivo.

No modelo 5D (Estimativa de custos) retira-se de forma automática as quantidades de trabalho e as estimativas de custos, permitindo ainda ver a importância que as alterações têm, promovendo um melhor desempenho económico. Tem como pontos fortes:

- i) Permitir a informatização de estimativas de quantidades;
- ii) Maior probabilidade se existir o cumprimento dos orçamentos;
- iii) Melhorar as previsões, quer de prazo, quer de custo;
- iv) Maior controlo sobre as alterações efetuadas;
- v) Redução do tempo de orçamentação.

O modelo 6D (Sustentabilidade) é utilizado quando o projeto é entregue ao dono de obra, isto é, quando o projeto de construção está efetivamente concluído. Neste sentido, coloca-se toda a informação dos componentes no modelo BIM, como dados de manutenção, fotografias, garantias, *links* para fontes *on-line* de fornecedores, contactos,

com vista a tirar o maior partido do modelo, conseguindo reduzir custos energéticos, entre outros benefícios. Tem como pontos fortes:

- i) Atualização de toda a fase de construção para representar um modelo de “telas finais”;
- ii) Apresentar estimativas de consumo de energia;
- iii) Redução global no consumo de energia.

Este modelo 7D (Aplicação de gestão de instalações) é essencialmente utilizado por gestores de instalações durante o ciclo de vida de uma determinada instalação. Permite a estes, que controlem de forma eficaz os seus ativos, através de dados fornecidos como: i) o estado dos componentes; ii) as especificações técnicas; iii) a manutenção; iv) os manuais de operação; v) as datas de garantia, etc. Tem como pontos fortes:

- i) Rápida substituição de elementos;
- ii) Simplificação da gestão do ciclo de vida de uma instalação;
- iii) Otimizar a gestão de ativos, desde o projeto até à demolição.

2.2.5 Industry Foundation Classes (IFC)

Algumas aplicações baseadas em modelos geométricos já se encontram bastante difundidas na indústria da construção, dificultando por vezes a entrada de novas aplicações, com conseqüente limitação à inovação. As aplicações disponibilizadas no mercado pela generalidade das empresas (Graphisoft, Autodesk, entre outras), têm modelos de dados internos (Silva, 2013). Por esta razão as aplicações não podem partilhar as suas bases de dados diretamente, a não ser com o uso de tradutores específicos para o efeito (Ifc, Model, & Feature, 2012). Neste sentido existe necessidade de estar disponível um modelo de dados específico, normalizado e de formato livre.

As *Industry Foundation Classes* (IFC), estão registadas na norma ISO16739 (2013) e representam uma especificação aberta e neutra utilizada no conceito BIM (IFC, 2017). Esta especificação tem como objetivo gerir e partilhar toda a informação criada ao longo de um determinado projeto de construção, de uma forma fiável e segura. Desta maneira, apresenta o seguinte processo (Monteiro, 2010):

- i) Aos dados extraídos da base de dados da fonte são-lhe atribuídos parâmetros IFC presentes no conversor e guardam-se num formato neutro;
- ii) A base de dados do recetor capta esses dados em IFC e volta a convertê-los de modo a se tornarem interpretáveis pelo modelo recetor.

O IFC é um modelo de dados que não está associado a nenhuma empresa, ou seja, não tem nenhum proprietário, sendo baseado nos componentes da construção, e pretende suportar a interoperabilidade entre as aplicações específicas adotadas para conceber projetos, construir e operar os edifícios, através do armazenamento da informação sobre todos os detalhes de um edifício ao longo do seu ciclo de vida (Ifc et al., 2012).

É, no entanto, importante perceber que o IFC não representa apenas um modelo 3D, mas sim um formato completo de um modelo da construção. Neste sentido o IFC disponibiliza um formato universal para representação dos produtos da construção e troca de dados entre sistemas (Silva, 2013).

O modelo de dados IFC é cada vez mais adotado por diversas organizações governamentais, pelo que é expectável que tenha um impacto cada vez maior, sendo o seu aperfeiçoamento um fator cada vez mais importante. Existe um abrandamento no lançamento de versões IFC, ao contrário do que se tinha inicialmente proposto, ou seja, de uma versão por ano, encontrando-se atualmente em vigor a versão IFC 2x4. Este atraso no lançamento de novas versões não estará ligado à falta de empenho na modernização do IFC, mas sim na complexidade que as ferramentas da indústria da construção vão apresentando, pois a cada dia que passa as ferramentas apresentadas estão mais sofisticadas (Soares, 2013).

2.3 Metodologia BIM-FM

2.3.1 Considerações Gerais

Inúmeras vezes, os proprietários e intervenientes dos projetos focam-se apenas nos custos de construção. Como foi referido no subcapítulo 2.1, a fase da operação (manutenção e exploração) de instalações representa muitas das vezes o maior custo de todas as fases do edifício.

Por norma, depois da fase de construção deixa de existir uma preocupação com as instalações, efetuando-se apenas algumas reparações de forma esporádica. A vida de uma instalação não acaba na fase de construção, sendo necessário acautelar diversos aspetos. É contudo pertinente que, na fase de operação, se faça uma monitorização continua por forma a garantir que as funções de uma instalação não sejam afetadas ao longo do tempo (Audrey Schultz & Ruddock, Diego Vinicius Souza de Souza, Georgios Kapogiannis, 2013).

A gestão de instalações permite a criação de ambientes de trabalho seguros, saudáveis e eficientes para os clientes de uma determinada organização. Desta forma, para a realização destes ambientes de trabalho, torna-se necessário capacitar as organizações para obterem informações acerca dos componentes instalados de forma eficaz, conseguindo responder rapidamente às solicitações dos clientes. A falta de informação pode levar a excessos de custos de operação, à resolução fora do prazo de certas solicitações, etc. (GSA, 2011).

O BIM permite gerir instalações através da visualização das mesmas, com base em informação exata e precisa acerca dos sistemas e equipamentos, das localizações dos mesmos, entre outras. Esta informação desde logo se afigura como uma enorme vantagem em relativamente aos desenhos tradicionais (2D). Como foi referido no subcapítulo BIM, este é uma representação digital inteligente e paramétrica, baseada em dados, objetos e instalações (ver **Error! Reference source not found.21**) (GSA, 2011).

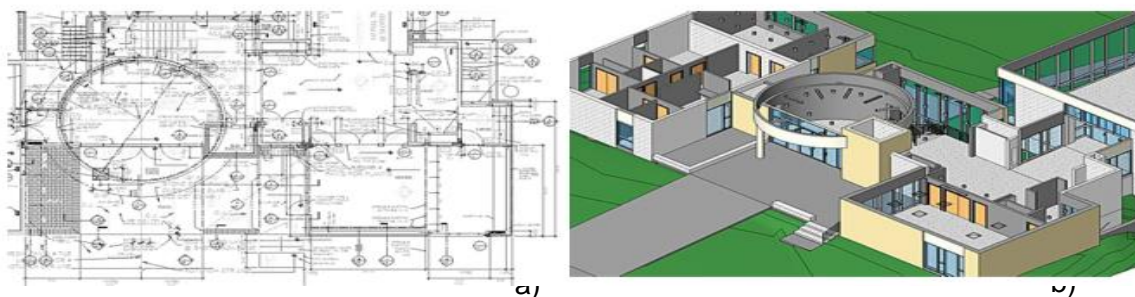


Figura 2.21 – Representação instalação: a) Peças desenhadas (2D); b) Modelo BIM (3D) (Sabol, 2018)

Dado que o modelo BIM contém toda a informação necessária de uma instalação é possível realizar uma gestão rigorosa e posteriormente a manutenção e exploração. De facto, esta será uma das grandes vantagens do BIM, pois ao controlar todos os elementos de um instalação, facilita qualquer tipo de intervenção, estando estes processos esquematizados de forma simplificada na **Error! Reference source not found.2** (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011).

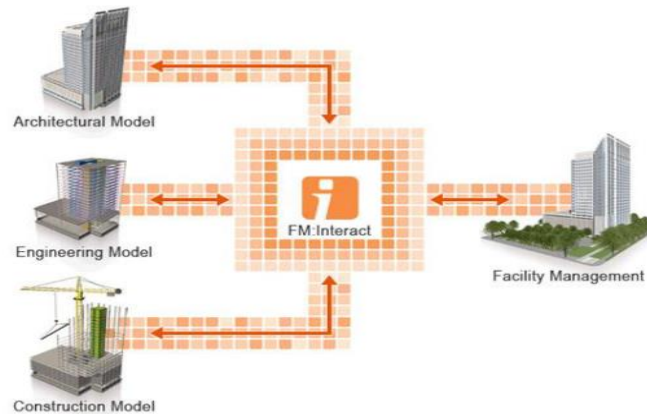


Figura 2.22 - Integração das especialidades BIM no FM (Khemani, 2011)

O BIM, na gestão de instalações, passa pela especificação da informação necessária ao longo de toda a fase de projeto e construção, para mais tarde esta informação ser utilizada na fase de operação. Fazendo-se a automatização através do BIM, cria-se também a possibilidade de gerar inventários de equipamentos, como um *Computerized Maintenance Management System* (CMMS). As vantagens não são apenas visíveis a nível de redução de custos mas também nos ganhos de qualidade na resposta de clientes (GSA, 2011). Pode-se afirmar que os benefícios da adoção da metodologia BIM na gestão de instalações são (Kassem *et al.*, 2014):

- i) Melhoria dos processos e precisão de dados;
- ii) Aumento da eficiência na execução de ordens de trabalhos;
- iii) Melhoria dos acessos aos dados do *Facility Management*, uma vez que estão presentes no modelo;
- iv) Aumento da eficiência na criação de plantas, elevações e visualizações a partir de um modelo integrado;
- v) Capacidade de anexar dados legais e garantias;
- vi) Capacidade de identificar espaços e emitir relatórios de falhas;
- vii) Permite a execução de projetos de reabilitação num ambiente 3D.

O *BIM Project Execution Planning Guide* (CIC, 2011), fornece guias para a implementação do FM na metodologia BIM. É possível verificar na categoria 6 da Tabela 2.2, presente no capítulo 2 no subcapítulo 2.2. O processo sugerido é relativo à gestão de *instalações* sendo específico para a manutenção corretiva, com uma divisão de acordo com o seguinte (Moreira & Ruschel, 2015):

ETAPA 1 - Recolha de informações de dados da construção, tendo um sistema de FM ligado ao modelo 3D, que é a base para o fornecimento de informação para o gestor de instalações

ETAPA 2 - Interpretação dos dados por parte do gestor de instalações, de acordo com a manutenção pretendida

ETAPA 3 - Preparação do cronograma de manutenção;

ETAPA 4 - Execução do plano de manutenção;

ETAPA 5 - Validação do desempenho do elemento, pela parte do responsável, e em seguida atualização dos dados no sistema do FM ligado ao modelo 3D.

O BIM deve ser aplicado durante todas as fases de vida de uma infraestrutura. A criação de um modelo mais rigoroso, modelo *as-built*, irá permitir ao gestor de instalações apoiar-se neste, conseguindo tomar decisões mais ponderadas nas áreas pelas quais é responsável (Eastman et al., 2011).

O BIM-FM proposto como sendo o recurso às funcionalidades apresentadas pelo modelo BIM por parte do gestor de instalações. Através deste pode recolher informações geométricas ou não geométricas do modelo e através delas gerir a instalação de uma forma eficiente e organizada (Rodas, 2015).

Muita das vezes o gestor de instalações tem que fazer inúmeros levantamentos para atualizar a informação do edifício e introduzi-los na base de dados do *software* CMMS (Andrade, 2014). Outro problema com que o gestor de instalações é confrontado, é o facto de muita da informação acerca da instalação estar em diversos formatos e fragmentada, diminuindo assim a produtividade no que toca à recolha de informação (Gursel et al., 2009).

É importante referir que é possível realizar a modelação BIM em edifícios já construídos e posteriormente integrar a informação no *software Computerized maintenance management system* (CMMS), no entanto, é necessário obter informação acerca do estado atual da instalação e dos seus componentes e depois de toda essa informação recolhida fazer a modelação e posteriormente a sua gestão, através da implementação do *Facility Management* (Andrade, 2014).

O gestor de instalações deve recorrer a uma panóplia de soluções tecnológicas que o apoiem na tomada de decisões nas mais diversas áreas. Para além das vantagens que acarreta, esta metodologia permite dar a oportunidade ao gestor de comunicar à equipa

de projetista, qual a informação que necessitará nas fases iniciais de desenvolvimento do projeto.

Na **Error! Reference source not found.3** é possível verificar a entrega de informação desde a fase de projeto até à fase de exploração.

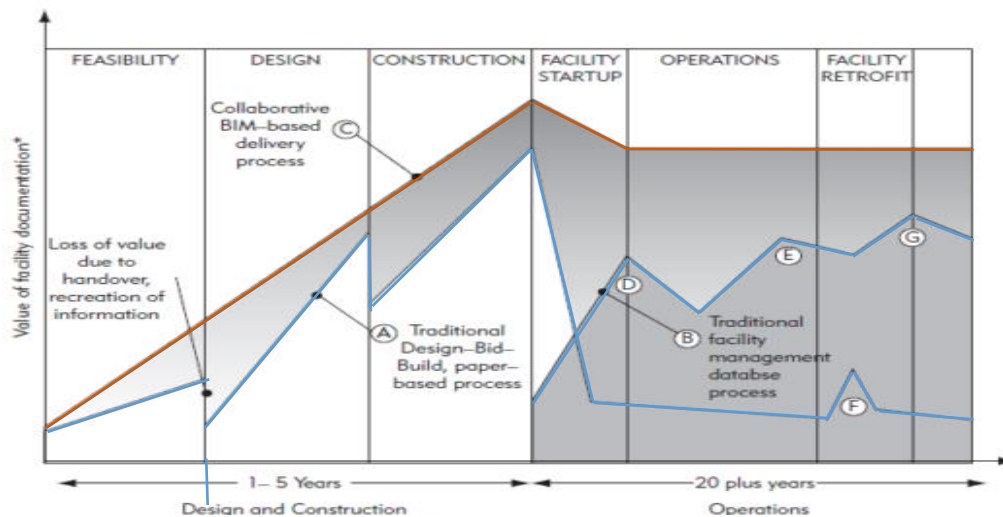


Figura 2.23 - Valor da informação durante o ciclo de vida de uma instalação (Eastman et al., 2011)

perda de informação ao longo do processo, tudo devido a erros e atividades que não acrescentam qualquer tipo de valor. É possível também visualizar que na fase de entrega da construção existe uma queda do valor da informação, tudo isto porque as “telas finais” não representam o estado real do edifício, existindo muita informação diferente entre as plantas e o que está realmente no edifício. A linha superior (laranja) representa o BIM associado ao *Integrated Project Delivery* (IPD), onde existe uma preocupação crescente com a informação guardada ao longo dos processos, levando a que não existam perdas de valor na informação como acontecia anteriormente.

2.3.2 COBie

O processo tradicional de projeto e execução de uma obra, cria uma quantidade enorme de documentos referentes à obra em questão, que são entregues ao dono de obra. O que acontece nestes casos é que o proprietário vai receber uma enorme quantidade de papéis sobre um edifício, muitas vezes desorganizada, e que no futuro, devido a esta falta de organização, pode complicar a utilização da mesma (Hamil, 2011).

É então que surge o *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie), que permite uma organização de toda esta informação, desde o processo inicial até à sua exploração (Soares, 2013).

Trata-se de uma iniciativa promovida pela *buildingSMART Alliance* que começou a ser desenvolvida em 2006, que pretende “gerir as trocas de informação dos ativos” apesar de “não adicionar novos requisitos aos contratos, apenas altera a forma de entrega dos documentos de uma forma normalizada” (East et al., 2013). Esta especificação é uma linguagem de suporte à aplicação da metodologia BIM-FM (Rodas, 2015). De uma forma simplificada os objetivos do COBie são (East et al., 2013):

- i) Reduzir ou eliminar os custos associados à criação de toda a documentação necessária à equipa de manutenção e exploração e melhorar a qualidade dessa informação para que possa ser usada eficazmente pelo Gestor de Edifícios;
- ii) Fornecer um formato simples que promova a troca de informação em tempo real entre o projeto e os contratos de construção a serem entregues;
- iii) Poder ser implementável independentemente do volume da obra;
- iv) Fornecer uma estrutura simples de armazenamento de informação para que possa ser trocada ou recuperada posteriormente;
- v) Não acrescentar qualquer custo à fase de operação do empreendimento;
- vi) Permitir uma importação direta para o sistema usado na gestão da manutenção.

O COBie permite armazenar toda a informação não geométrica sendo facilmente descrito como uma lista de equipamentos e espaços de uma determinada instalação que é criada ao longo do projeto e construção de uma instalação para posteriormente ser utilizada de forma eficaz pela equipa de manutenção e operação (Gamboa, 2015). Cabe então aos projetistas inserirem informação relativa aos sistemas, espaços e áreas e aos construtores incluir o fabricante, o modelo, o número de série, entre outros, o que permitem uma redução dos custos referentes a esta tarefa (Andrade, 2014).

De forma sucinta, o COBie é um formato de partilha de informação para o ciclo de vida de uma determinada instalação, que tem como objetivo descrever espaços e equipamentos da mesma. A troca de informação ocorre numa primeira instância no fim da construção, contudo o expoente máximo de eficiência do COBie vai ser obtido durante o ciclo de vida de uma instalação, quando existir a necessidade da partilha de informação relativamente a espaços ou equipamentos (Silva, 2013).

Como foi referido no subcapítulo 2.2.2 é possível afirmar que o COBie incorpora o nível 2 da implementação do BIM, sendo necessário perceber a sua estrutura, para posteriormente se fazer a sua aplicação de forma eficaz (Gamboa, 2015). Como se pode

prever o COBie poderá apresentar uma grande extensão, identificando-como alguns pontos fundamentais (East *et al.*, 2011):

- i) O *software* é bom, mas o utilizador por vezes não sabe retirar o valor do produto, sendo da maior pertinência definir a informação que vai ser colocada nos modelos;
- ii) Depois da informação introduzida ao longo do empreendimento estar corretamente colocada, deverá ser reencaminhada até ao gestor da instalação, por forma a estar acessível a todos, até chegar ao gestor;
- iii) Aquando da criação do COBie, existem intervenientes que inserem nova informação se assim existir necessidade, para que seja garantida uma gestão eficaz das instalações. A título de exemplo, pode-se ter colocado uma tubagem, onde apenas tem informação quanto ao diâmetro e fabricante, mais tarde para a gestão correta de uma instalação é necessário também ter informação como: a ficha técnica, o site do fornecedor, entre outros. Se essa informação não estiver colocada, então o gestor de instalação irá ter que adicionar, o que terá repercussões no processo de gestão de instalações;
- iv) A informação que consta no COBie pode ser visualizada no *software* 3D que é utilizado, mas também pode ser feita a sua análise numa folha de *Excel*;

As folhas do CoBie, podem ser realizadas manualmente ou através de ferramentas que exportam automaticamente os dados IFC (*Industry Foundation Classes*) para a respetiva folha de cálculo (Andrade, 2014).

Na especificação COBie, a evolução da informação ao longo do projeto é feita nas seguintes fases (Figura 2.24) (Gamboa, 2015).

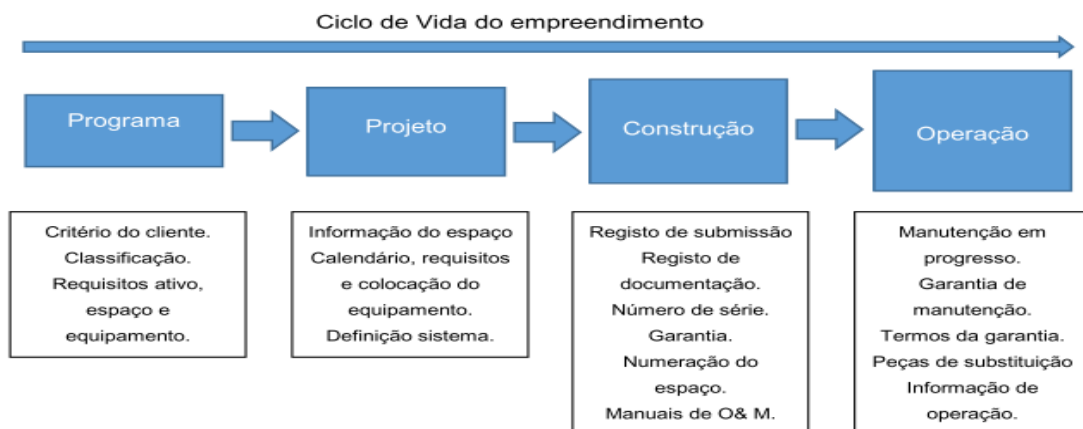


Figura 2.24 - Informação inserida em cada fase segundo a especificação COBie (Gamboa, 2015)

A informação deve de ser colocada eletronicamente ao longo do ciclo de vida de uma instalação, ficando em constante evolução e não existindo documentos que têm que ser descontinuados e substituídos, como acontecia para cada fase do projeto, em que acabavam por ser impressas as peças desenhadas e escritas (Gamboa, 2015).

A informação é bastante complexa, sendo pertinente criar conceitos referentes à organização do projeto. Neste sentido, torna-se importante que se criem normalizações, por forma a existirem critérios quanto ao armazenamento de informação, uniformizando assim a forma como a informação deve de estar organizada e a quantidade que deve ser incorporada nas diversas fases de projeto, para que no futuro exista um padrão igual para todos os intervenientes. A troca de informação ao longo do ciclo de vida da instalação pode ser efetuada por meio dos ficheiros COBie desenvolvidos durante todo o projeto (Soares, 2013).

No COBie a informação organiza-se segundo três grupos principais conforme patente na Figura 2.25, projeto, construção e informação comum a ambos (Gamboa, 2015).

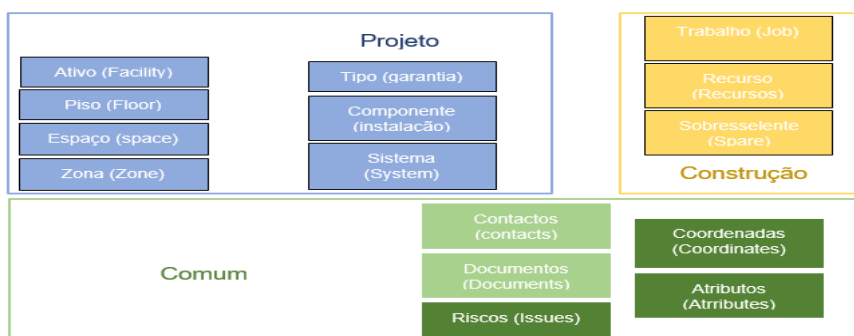


Figura 2.25 - Informação presente no COBie, (Gamboa, 2015)

Na fase de projeto deverá existir uma recolha de informação listando as instalações, porque o COBie é utilizado de forma individual para cada instalação. Posteriormente, esta informação vai ser decomposta em pisos e por sua vez subdivididos em espaços (Soares, 2013).

Conforme apresentado na Figura 2.26, nesta primeira fase existe ainda uma subdivisão em zonas, que podem não ser representadas. A divisão por zonas é utilizada para agrupar espaços com a mesma funcionalidade e não para a representação de espaços para fins funcionais, nomeadamente zonas técnicas (East *et al.*, 2013).

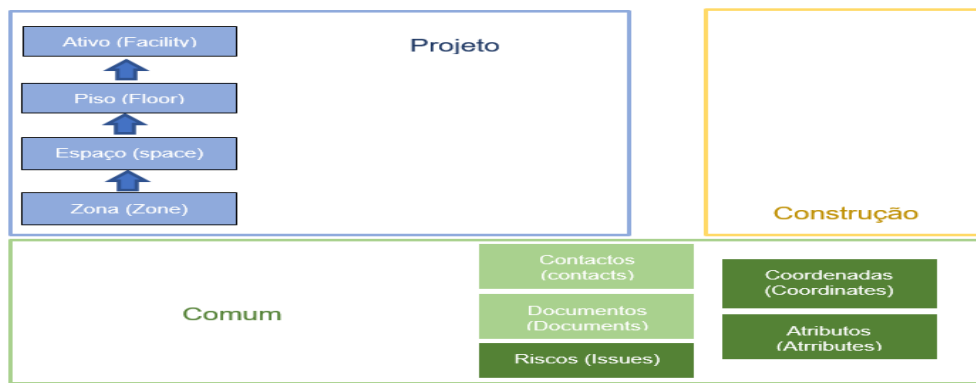


Figura 2.26 - Informação da Fase de projeto, adaptado (East et al., 2013)

De acordo com a Figura 2.27, na fase de projeto é essencial que se faça uma lista dos espaços e das funções que foram exigidas pelo proprietário para cada local, para que se possa definir da forma mais rigorosa possível a definição dos espaços. Com os espaços bem definidos é possível colocar no modelo quais são as funções a atribuir a cada espaço, quais as suas características, entre outras coisas, o que torna o modelo repleto de informação chave para ser trabalhada a curto, médio e longo prazo. (Soares, 2013).

Quanto à fase comum, são guardadas as propriedades referentes a cada instalação. Estas propriedades são colocadas numa lista como atributos. Esta informação presente no COBie, permite a transferência de informação para todos os intervenientes do projeto, desde o projetista ao gestor de instalações (East et al., 2013).

Com a evolução do projeto começam-se a definir os materiais e os equipamentos necessários de acordo com o que o dono de obra pretende. Neste sentido, são criadas tabelas com todos estes elementos, que posteriormente vão ser utilizadas para diversos fins, podendo ser mapas de quantidades, gestão de ativos, entre outros (East et al., 2013).

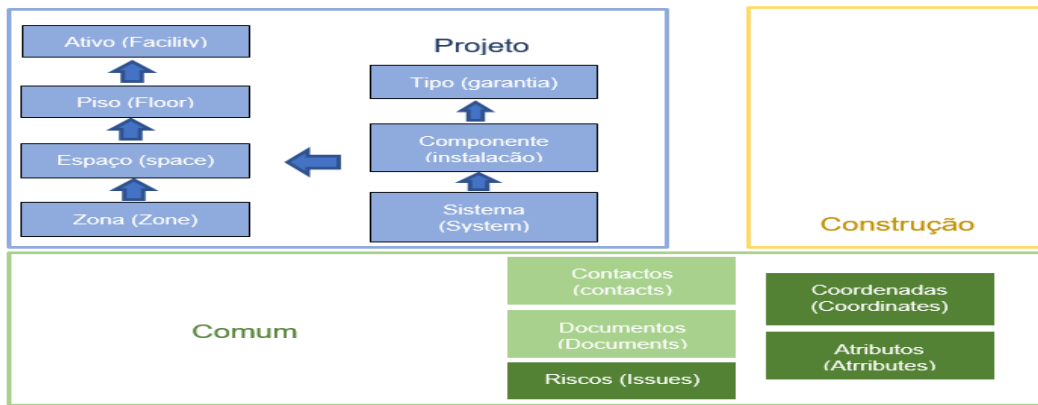


Figura 2.27 - Informação da fase de construção adaptado (East et al., 2013)

À medida que a fase de construção evolui, o empreiteiro fornece documentos específicos requisitados pelo projetista. A informação presente no COBie permite cópias digitais dos documentos acima referidos, ligando-os diretamente aos materiais, equipamentos, entre outros. Normalmente estes documentos são em PDF e fornecidos pelos fabricantes, no entanto pode ser exigido pelo projetista os formatos CAD/BIM. É importante que se coloquem estes ficheiros numa única folha COBie, para que não exista perda de informação (East et al., 2013).

Na Figura 2.28 é possível verificar que, para esta fase, toda a informação criada refere-se aos componentes, em que são criados documentos como manuais de instruções, certificações, entre outros, que posteriormente são colocados no COBie (East et al., 2013).

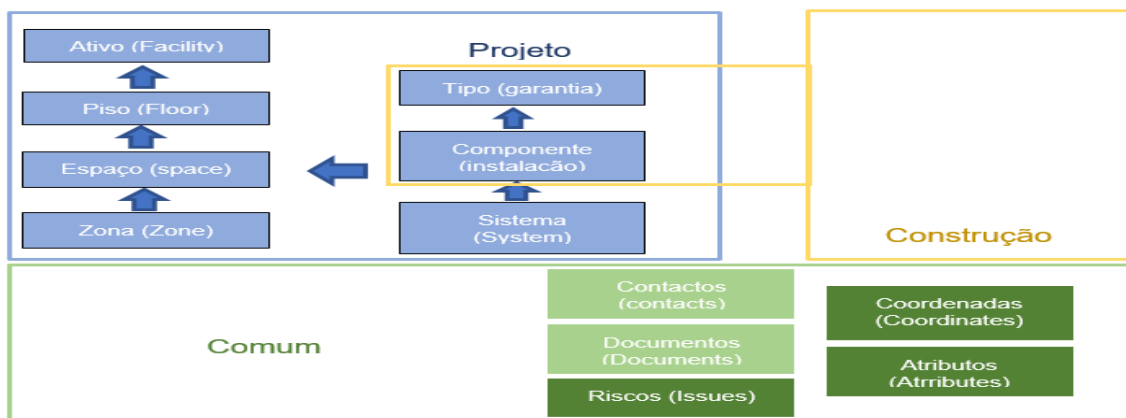


Figura 2.28 - Informação da Fase de instalação (adaptado East et al., 2013)

A fase comum tem como objetivo o desenvolvimento dos planos de manutenção a longo prazo. Podem ser planos de manutenção preventiva, planos de segurança, planos de emergência, etc. Em alguns casos, este tipo de planos tem a necessidade de se apoiar em recursos específicos, como materiais ou ferramentas especiais. Esta informação

referente aos recursos em cima mencionados é guardada na categoria “Resource” do COBie (figura 2.29) (East *et al.*, 2013).

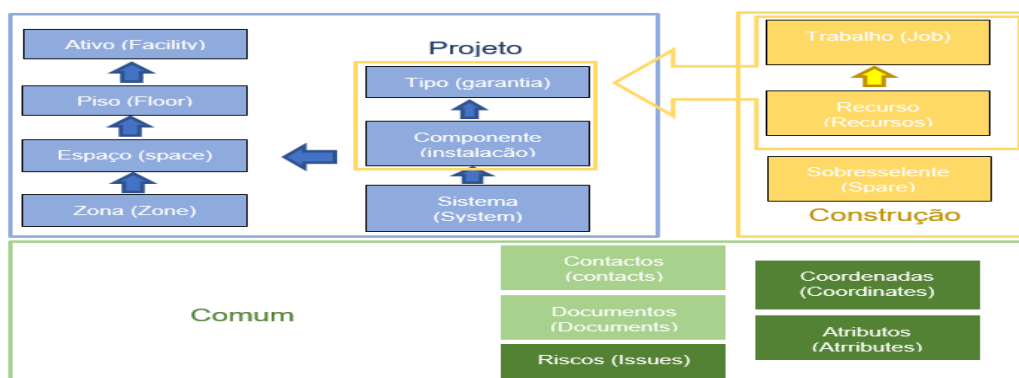


Figura 2.29 - Fase de vistorias e testes do sistema (adaptado East et al.,2013)

Na categoria “Spare” desta fase são armazenadas informações acerca das peças de reposição. (Soares, 2013).

Em seguida é apresentado de forma resumida o que significa cada folha COBie, (Rodas, 2015), sendo possível consultar o aspeto de um conjunto completo de folhas na Figura 2.30:

- i) *Contact*: Listagem dos responsáveis pelo projeto, e respetivos contactos, bem como os contactos de fornecedores e fabricantes de equipamentos;
- ii) *Facility*: Descrição da instalação em estudo, incluindo o nome do projeto, localização, função, etc.;
- iii) *Floor*: Descrição de todos os pisos da instalação;
- iv) *Space*: Descrição de todos os espaços / salas criadas no projeto, incluindo o seu piso, categoria, área, etc.;
- v) *Zone*: Os espaços indicados na folha anterior podem ser aglomerados por zonas, aqui listadas, diferenciando assim a funcionalidade de cada uma;
- vi) *Type*: Cada tipo de equipamento ou mobiliário instalado é aqui detalhado, referindo o seu fabricante, número do modelo, garantia, cor, custo de substituição, etc.
- vii) *Component*: Os ativos detalhados na folha anterior podem estar instalados em vários lugares e existirem em elevado número, deste modo todos os que existirem no projeto estarão listados nesta folha de trabalho, indicando o espaço onde estão localizados, o seu número de serie, código de barras, etc.;
- viii) *System*: Anotação de todos os sistemas criados no modelo BIM, com a respetiva categoria e os componentes que os constituem;

- ix) *Assembly*: Aqui os dados em *Components* e em *Types* podem ser agregados para facilitar as suas configurações;
- x) *Connection*: Ligações existentes entre os componentes;
- xi) *Spare*: Peças sobresselentes existentes no local;
- xii) *Resource*: Aqui são referidos os materiais, ferramentas e formação necessários;
- xiii) *Job*: Listagem de procedimentos relacionados com a operação da instalação;
- xiv) *Impact*: Descrição dos impactos económicos, ambientais e sociais durante as diferentes fases do ciclo de vida do empreendimento;
- xv) *Document*: Documentos referentes a garantias, manuais de operação e manutenção do empreendimento e dos equipamentos instalados;
- xvi) *Attribute*: Quando são definidos requisitos específicos para um determinado espaço, piso ou componente, estes irão ser preenchidos nesta folha;
- xvii) *Coordinate*: Contém as coordenadas dos elementos do empreendimento;
- xviii) *Issue*: Agrega questões referentes à obra;
- xix) *Picklists*: Aqui são apresentadas várias listas de seleção, onde são abrangidas as opções de preenchimento de diversos campos ao longo das folhas de trabalho COBie, disponibilizando assim várias colunas com listagens de unidades de medida, tipos de recursos, etc.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1																			
2	tomasfuzil@hotmail.com	ISEL	91671753	Autodesk	Person	11d7bafo	DEC	ISEL	Tomás	Fuzil	Rua Consé 1	Lisboa	Lisboa	1959-007	Portugal				
3	pemsa.portugal@pemsa-rejiband.com	Pemsa	+351 21 444 57 25	n/a	n/a	n/a	Warranty & Services	n/a	n/a	n/a	Centro	n/a	São Domi	Cascais	2785-543	Portugal			
4	VicEuro@victaulic.com	Victaulic	441 438 310 690	n/a	n/a	n/a	Warranty & Services	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Portugal			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			

Figura 2.30 - Folhas COBie

Face ao exposto, o COBie com o facto de possibilitar o armazenamento de toda a informação não geométrica contida num modelo BIM, afigura-se como um excelente *software* para ajudar o gestor de instalações a fazer o seu trabalho da forma mais correta possível com base num modelo BIM.

3 Caso de Estudo

3.1 Considerações gerais

No presente capítulo será efetuado uma aplicação prática num modelo tridimensional BIM e na aplicação da extensão COBie no Revit, com o objetivo de efetuar uma proposta para a gestão das instalações com toda a informação colocada no modelo. A partir daqui vão avaliar-se as vantagens da aplicação do BIM em conjunto com o FM.

O caso de estudo surge na sequência de um protocolo existente entre o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e a Sierra. A Sierra Portugal encontrava-se em fase de preparação de um novo projeto, a desenvolver a partir de uma parcela do parque de estacionamento do Centro Comercial Colombo, sendo oportuna a modelação da mesma num ambiente BIM.

O objetivo principal para a referida empresa era a compatibilização entre o existente e o que se pretendia construir. Para além do referido, a empresa pretendia ainda começar a ter modelos BIM de todas as unidades comerciais que detém para poder operacionalizar a gestão das instalações através dos mesmos modelos. Face ao exposto a empresa propôs operacionalizar a modelação de uma parcela do parque de estacionamento que seria objeto de futuras intervenções. O trabalho de modelação, permitirá compatibilizar erros com a nova estrutura que irá crescer na zona do estacionamento, aproveitando um modelo perfeitamente atualizado.

Numa fase inicial a proposta era a modelação de todas as redes existentes no caso de estudo, contudo, depois de uma visita pela parcela do parque de estacionamento, verificou-se que existiam bastantes incongruências de informação entre as telas finais e a realidade, o que levou à decisão de modelar apenas algumas especialidades. Mais à frente ir-se-á explicar com maior detalhe quais foram as especialidades escolhidas.

Depois de planeado e preparado o caso de estudo, foi necessário compreender o funcionamento dos *softwares* utilizados. Desta forma, neste capítulo ir-se-á ainda explicar como foi feita a modelação através do software Revit. Para além do Revit, utilizou-se também um outro *software* BIM, o *NAVISWORKS*, que serviu para compatibilizar os erros do modelo ao longo das diversas etapas de modelação (NAVISWORK, 2017).

O Revit, designação que advém da conjugação dos termos *Revise Instantly* (revisão instantânea), surgiu em 1997 por um grupo de técnicos que desenvolveu um novo programa informativo específico para a conceção de edifícios. Este programa assentava no uso de uma base de dados que descreve todos os objetos que compõem um edifício, a qual “alimenta” de forma paramétrica a representação dos diferentes objetos (Revit, 2017).

Desde o seu aparecimento em Portugal no ano de 2002, o *software* tem sofrido inúmeras atualizações. Começou por ser um programa direcionado apenas à componente arquitetónica da construção, mas atualmente já está dividido em três programas de modo a permitir o desenvolvimento de projetos no âmbito das outras disciplinas. Deste modo, o Revit original passou a ter três designações compiladas numa aplicação única (Revit, 2017): i) Revit ARCHITECTURE orientado para o projeto de Arquitetura; ii) Revit STRUCTURE orientado para o projeto de Estruturas; iii) Revit MEP orientado para o projeto de Instalações).

O NAVISWORKS, conhecido inicialmente como JetStream, é um programa que permite combinar modelos 3D e navegar em torno dos mesmos em tempo real. Este foi inicialmente criado pela própria NAVISWORKS que posteriormente, em 2007, foi comprada pela Autodesk. Trata-se de um *software* de gestão de projetos que permite que os utilizadores possam rever de forma intuitiva e visual os modelos e dados para obter um melhor controlo sobre os resultados do projeto (NAVISWORKS, 2017).

Depois de selecionados o *software*, da modelação efetuada e dos erros corrigidos, procedeu-se à aplicação do COBie para a realização de um levantamento de toda a informação dos elementos para as suas folhas, com vista à gestão da instalação.

No final torna-se possível estruturar o método seguido, sendo efetuada uma análise crítica do mesmo, contemplando as vantagens observadas na adoção das metodologias BIM

3.2 Descrição do Caso de Estudo

O caso de estudo compreende na modelação de uma parcela do parque de estacionamento do Centro Comercial Colombo, situado na freguesia de Carnide, em Lisboa (Figura 3.1). A construção deste edifício data de 15 de setembro de 1997



Figura 3.1 - Centro Comercial Colombo (Vista do Exterior)

A Sierra Portugal propôs, para o caso de estudo, a modelação de uma parte da zona vermelha do parque de estacionamento (Figura 3.2).



Figura 3.2 - Vista parcial da zona vermelha do parque de estacionamento

A empresa forneceu todos os dados necessários à realização deste trabalho, nomeadamente plantas gerais, plantas pormenorizadas, alçados, cortes, entre outros. Estes dados foram apresentados em formatos DWG, PDF e xml, os quais tiveram que ser filtrados, sendo mais adiante explicado como foi feita esta filtragem.

Após uma análise dos *softwares* de modelação presentes no mercado, verificou-se que que mais se enquadra aos objetivos da presente dissertação é o Revit. Trata-se de um *software* desenvolvido pela Autodesk, já com alguns anos no mercado, tendo a sua utilização vindo a crescer bastante nos últimos anos devido ao avanço tecnológico, nomeadamente ao nível das especialidades, onde se foi posicionando como o principal programa de modelação tridimensional. Outro fator que potenciou a escolha do Revit foi o facto de os fabricantes disponibilizarem as famílias de objetos dos diversos elementos nos próprios *sites*, ou então em *sites* dedicados a este tipo de conceito (Figura 3.3).

Muitas das marcas já disponibilizam as famílias nos próprios *sites* e assim demonstram a evolução que o Revit tem tido, para existir este esforço por parte dos fabricantes. No caso da Figura 3.3, referente às famílias da Victaulic, utilizadas para a modelação do caso prático, onde o próprio fabricante disponibiliza uma extensão para o Revit.

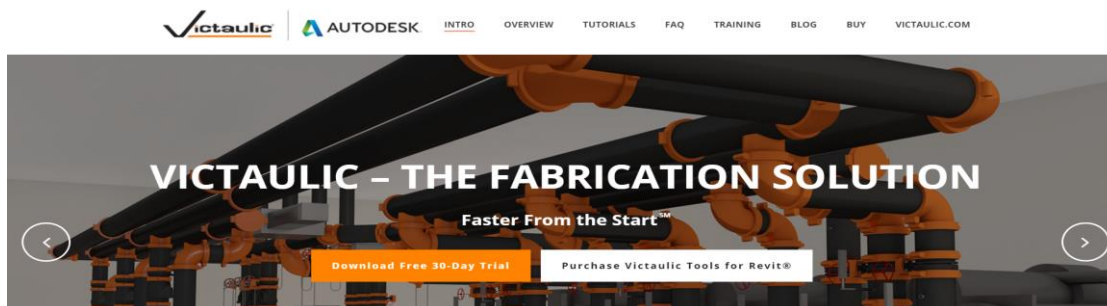


Figura 3.3 - Site Victaulic- famílias Revit

Depois da pesquisa realizada verificou-se que as famílias que se pretendiam utilizar, nomeadamente ao nível das redes de incêndio e elétrica, estavam todas disponíveis nos *sites* dos fabricantes Revit. Este foi um fator condicionante na escolha do Revit, pois desde cedo facilitou o trabalho de modelação, por não haver a necessidade da criação de famílias, o que condicionaria o tempo de execução do trabalho proposto.

Quanto ao Revit trata-se de um *software* bastante completo ao nível das especialidades, tendo as características necessárias no que diz respeito às funcionalidades e necessidades de representação de forma completa relativamente à rede de incêndio e à rede elétrica. Depois de serem avaliadas todas as vantagens que o Revit oferece face às outras ofertas de mercado, escolheu-se então o mesmo para a modelação do trabalho a desenvolver.

No âmbito do presente caso estudo foi escolhido ainda outro *software* BIM, o *NAVISWORKS*, que não se trata de um programa de modelação, mas assim de um *software* de coordenação de projeto. A utilização deste *software* prendeu-se à necessidade de se compatibilizar os erros de projeto, isto porque algumas das telas finais fornecidas se encontravam desatualizadas, o que possivelmente poderia levar a incompatibilidades entre especialidades. Assim, o modelo realizado ficou de acordo com o existente na realidade e com esta nova ferramenta foi possível ultrapassar as dificuldades e corrigir os erros, como mais à frente se irá demonstrar.

3.3 Modelação

3.3.1 Revit

O *software* Revit foi usado especificamente para a modelação de todo o projeto, tendo todas as especialidades presentes dentro do programa, como: i) Arquitetura; ii) Estrutura; iii) AVAC; iv) Eletricidade; v) Redes de águas; vi) Entre outros. Na Figura 3.4 torna-se possível visualizar o menu inicial do Revit onde são disponibilizados logo numa fase inicial alguns tipos de “projeto”. Estes projetos são, nada mais, nada menos, que as especialidades. Apesar de não aparecerem todas as especialidades neste menu inicial, ao ser carregado “novo” vai aparecer um separador onde surgem as restantes especialidades.

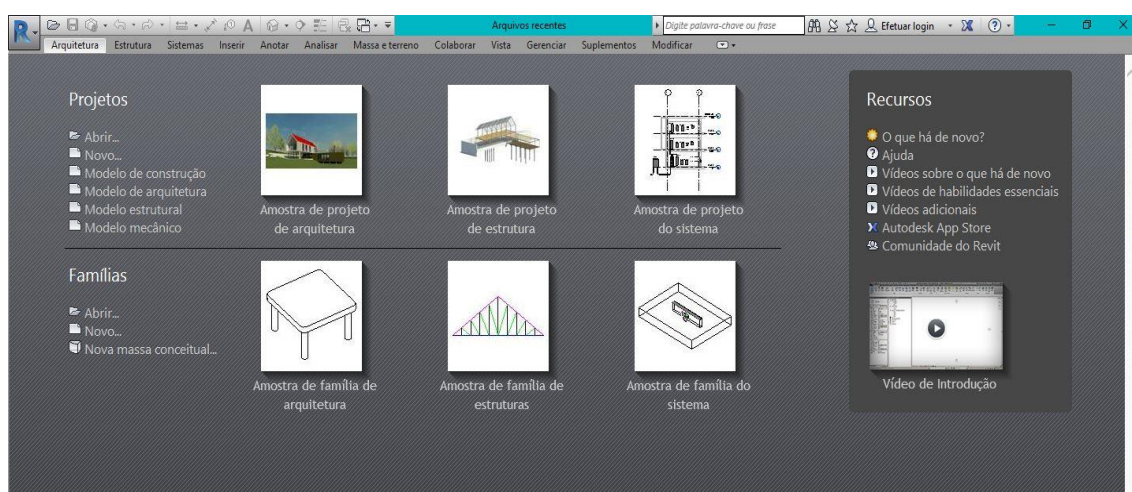


Figura 3.4 - Menu inicial Revit (exemplo)

Mais se adianta que o Revit, pelo facto de permitir o projeto conjunto de todas as especialidades, conduz à elaboração de modelos muito pesados, e desta forma muitas das vezes opta-se por fazer as especialidades em modelos separados, que posteriormente se juntam num só modelo. Este procedimento facilita o trabalho de quem está a modelar, porque um modelo muito pesado leva muitas das vezes à falha do equipamento em que se está a trabalhar. Até aqui o trabalho realizado é igual ao que se faria com outras ferramentas, como o Autocad, onde se realizavam as diversas especialidades em separado.

A grande vantagem, no caso do Revit, prende-se com o facto de, numa fase posterior, se poderem colocar todos os modelos 3D e ter toda a informação num só modelo BIM, como por exemplo as quantidades, que permitem a sua exportação de uma forma rápida e organizada. Quando se pretende realizar uma pequena modelação, o Revit disponibiliza também um “projeto” que se denomina de “construção” que engloba todas

as especialidades, podendo-se assim fazer o modelo como um todo. Nas Figura 3.5, a Figura 3.7 é possível visualizar os diversos separadores para as diferentes especialidades.

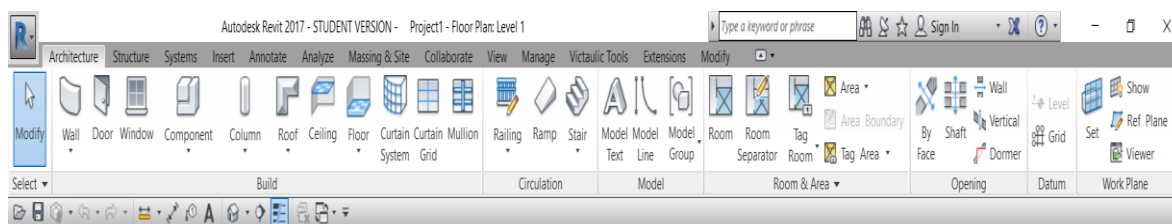


Figura 3.5 - Menu Architecture Revit

A Figura 3.5 corresponde à modelação da arquitetura, onde é possível encontrar submenus como, paredes, portas, janelas, pavimentos, tetos falsos, pilares, componentes (exemplos de famílias dentro dos componentes: televisões, computadores, móveis, etc.), entre outros.

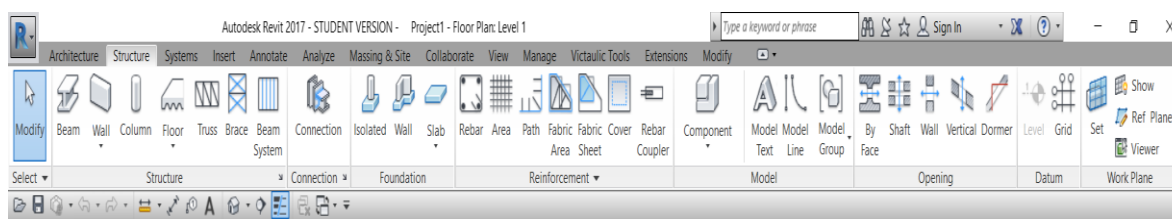


Figura 3.6 - Menu Structure Revit

A Figura 3.6 corresponde ao menu de estruturas, onde é possível visualizar nos submenus vigas, paredes, pilares, pavimento, etc. Pelas descrições dos menus acima apresentados é possível verificar que ambos têm submenus muito idênticos. É de referir que o Revit faz a divisão entre uma parede estrutural e uma parede arquitetónica, bem como de pilares e de outros elementos.

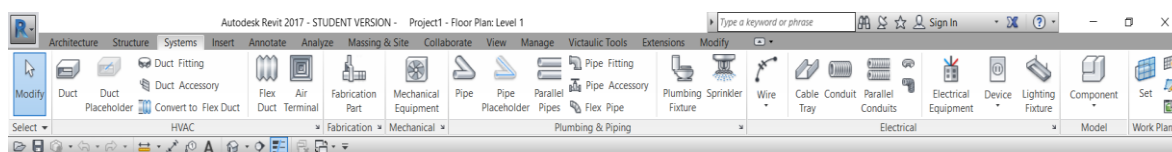


Figura 3.7 - Menu Systems Revit

A Figura 3.7 corresponde também ao último separador e tem como nome “Systems” no Revit, sendo dividido em submenus que correspondem às diversas instalações ou sistemas, da esquerda para a direita, temos o AVAC, o mecânico, as tubagens e águas e a eletricidade.

É de frisar que no caso do separador de arquitetura e de estrutura, o Revit já disponibiliza muitas famílias padrão, nomeadamente perfis, pilares e paredes. No caso

do separador “Systems”, há algumas especialidades, como o AVAC, em que o Revit não disponibiliza qualquer tipo de família, é aqui que o utilizador que está a modelar a especialidade de AVAC deve procurar as famílias que se vão colocar no projeto, indo ao site do fabricante, a outros sites ou então criando a própria família no Revit, com todas as especificações do elemento.

Para este trabalho é muito importante que todos os elementos tenham a informação o mais detalhada possível, pois pretende-se explorar as potencialidades do BIM em conjunto com o FM.

Para que se tire maior partido da interação destas metodologias é importante que os elementos que estão colocados no modelo BIM tenham informação bastante detalhada, nomeadamente ao nível dos fabricantes, URL's (*Uniform Resource Locator*), fichas técnicas, entre outros, para que a gestão da instalação seja feita de forma eficaz, pois sem esta informação devidamente filtrada pode levar a que exista uma perda de eficiência do processo.

No caso de as famílias não disponibilizarem toda a informação pretendida, é possível editar alguma desta e colocar mais dados nos objetos. Se todos estes passos forem feitos, o modelo irá ser rico em termos de informação e irá ser uma mais-valia para o gestor de instalações.

Quando se faz a criação de novas famílias é possível fazer a sua exportação para fora do Revit, sendo uma vantagem, pois em qualquer altura é possível partilhar esta informação com outros utilizadores e estes fazerem a importação destas famílias para o seu modelo, ao invés de terem que criar uma nova família, que tal como foi referido é um processo bastante moroso. Surge aqui um pequeno exemplo da partilha de informação que o conceito BIM promove.

Nas Figura 3.8 e Figura 3.9 é demonstrado como se procede à importação, que passa por ir ao menu “Insert”, em seguida ao separador “Load from Library”, depois “Load Family” e por fim importa-se a família que se pretende para o modelo.

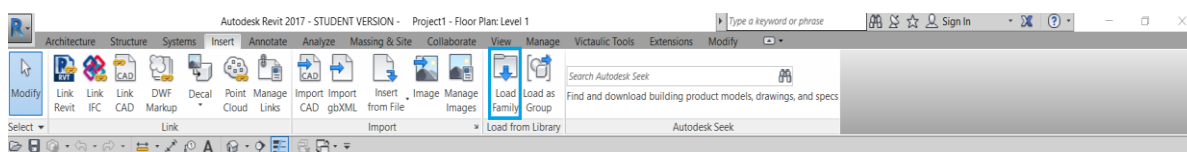


Figura 3.8 - Importação de famílias para o Revit

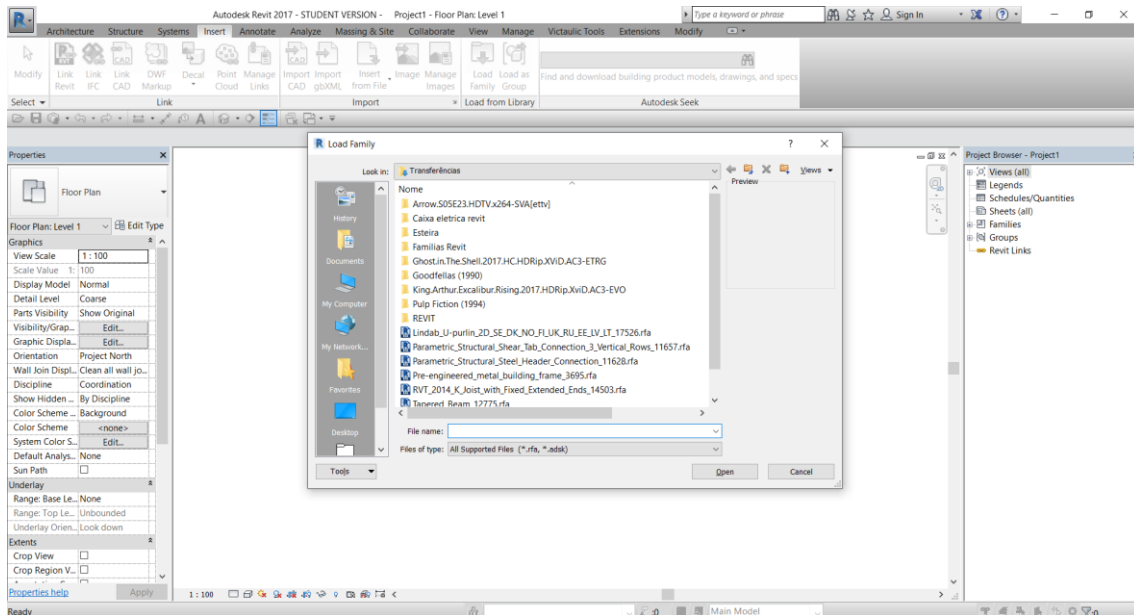


Figura 3.9 - Importação de famílias para o Revit

Este processo foi o utilizado no presente caso de estudo, designadamente para a rede elétrica, onde numa primeira instância foi efetuado o *download* das famílias do *site* do fabricante como referido anteriormente e posteriormente fez-se todo este processo em cima mencionado.

No caso das tubagens o processo foi diferente, pois como o fabricante disponibilizava uma extensão denominada por “Victaulic Tools” foi apenas necessário fazer o *download* da mesma e depois a sua instalação, sendo assim disponibilizadas todas as famílias logo na instalação (Figura 3.10).

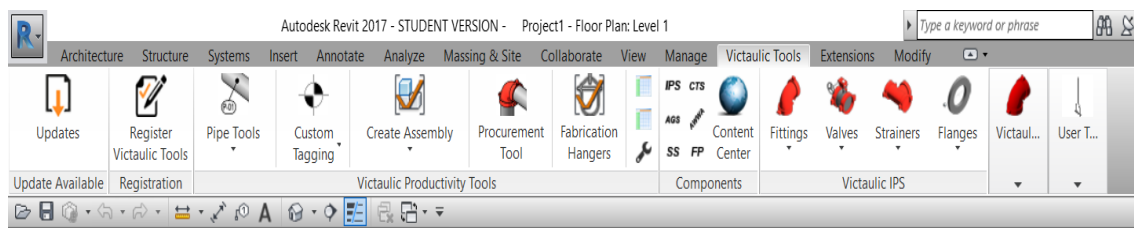


Figura 3.10 - Separador Victaulic Revit disponibilizado pelo fabricante

Dada a extensão (em termos de dimensão) do trabalho realizado, constatou-se sobre a necessidade de dividir o modelo nas várias especialidades, para que o mesmo demasiaado complexo. Neste sentido, procedeu-se a essa divisão da seguinte forma: i) Arquitetura; ii) estrutura; iii) rede elétrica; iv) rede incêndios.

O parque de estacionamento é composto por três pisos subterrâneos de betão armado, tendo-se realizado a modelação de todos eles. Neste parque encontram-se presentes

diversas instalações, tais como o AVAC, a rede elétrica, a rede de esgotos, a rede de incêndios, a rede de águas pluviais, etc. O desenvolvimento das especialidades referidas foi feito com base na parcela da zona vermelha do parque de estacionamento do Colombo (Figura 3.11) (As restantes plantas e áreas intervencionadas estão disponibilizadas no Anexo II).



Figura 3.11 - Zona intervencionada

Como já foi referido, a empresa Sierra Portugal forneceu todas as telas referentes as diversas instalações, muito embora muitas delas se encontrassem desatualizadas face à realidade presente no parque de estacionamento. Esta situação que acabou por pesar na decisão da escolha da(s) especialidade(s) a modelar.

A zona considerada no presente trabalho apresentava também diversas áreas técnicas, tais como zonas de ventilação, arrumos e saídas de emergências. Algumas destas zonas eram novas e não se encontravam nos elementos recebidos.

Face ao exposto e a todos estes fatores conjugados foi decidido sobre que se iria modelar dentro das respetivas especialidades. Em seção mais à frente ir-se-á abordar a modelação, explicando como é que foi realizada para as diferentes especialidades consideradas.

3.3.2 NAVISWORKS

Como já foi referido, o NAVISWORKS é um programa de gestão de projeto que tem como principais funções: i) Detecção de erros; ii) planeamento; iii) quantificação; iv) animações; v) entre outras.

O NAVISWORKS tem como grande vantagem o facto de abrir diversos formatos de diversos *softwares* BIM, não abrindo apenas o Revit ou *softwares* da Autodesk. Esta ferramenta é essencialmente utilizada pelo BIM *Manager*, que é a pessoa responsável fazer o planeamento de obra, gerar tabelas de quantidades a partir deste *software*, por corrigir os erros entre especialidades, entre outras. O facto de o NAVISWORKS ler uma panóplia de extensões diferentes, conduz a que seja uma das melhores escolhas no que toca à gestão de projeto.

No âmbito do presente trabalho, e como já foi referido, utilizou-se o “*clash detective*” (deteção de erros), para compatibilizar os erros de projeto. Estes erros podem surgir do próprio modelador, que colocou mal um elemento e não deu conta, ou colocou uma cota errada, uma medição em campo mal realizada, entre outros fatores. Os erros podem também surgir pelas telas finais, pois estas podem estar desatualizadas.

A primeira coisa a fazer, previamente à deteção de erros, é a importação das diversas especialidades, depois de estas estarem devidamente modeladas. Neste sentido, faz-se a importação do primeiro ficheiro de especialidades, através da opção “*open*” e depois colocam-se todas as outras especialidades no mesmo ficheiro através da opção “*Append*” (Figura 3.12). Com este comando é possível colocar todas as especialidades sobrepostas, passando então para processo de deteção de erros.

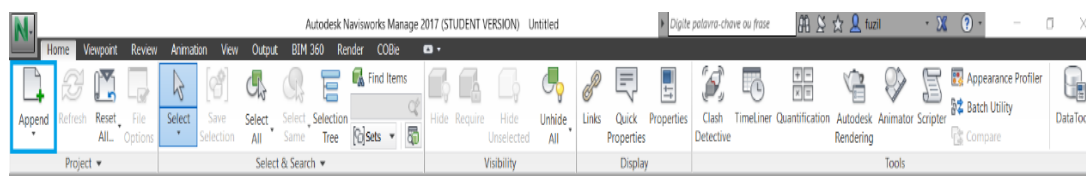


Figura 3.12 - Comando “Append”

No âmbito do presente trabalho e numa fase inicial, procedeu-se à deteção de erros de uma forma individual, ou seja, à medida que se ia terminando a modelação de uma especialidade, corrigia-se imediatamente os erros da mesma.

Neste sentido, fez-se a importação da especialidade e selecionou-se a opção “*Clash detectives*”, que abre uma janela (**Error! Reference source not found.**) que disponibiliza uma opção, denominada “*add-test*” que permite iniciar a deteção.

Seguidamente, coloca-se o nome que se pretende para o teste e aparecem dois quadros, identificados na **Error! Reference source not found.**, onde é possível selecionar as especialidades que queremos compatibilizar. No caso de ser uma única especialidade, esta vai aparecer no quadro A e no quadro B, e teremos que selecionar a mesma em ambos os quadros, para que o NAVISWORKS corra o teste depois de dar o comando “Run Test”.

Caso estejam carregadas todas as especialidades no *software* vão aparecer todas nestes quadros, no entanto o utilizador seleciona apenas as especialidades que pretende compatibilizar os erros. Em qualquer altura o utilizador pode verificar todos os erros presentes no modelo, selecionando todas as especialidades do *Selection A* e todas as especialidades do *Selection B* (figura 3.13).

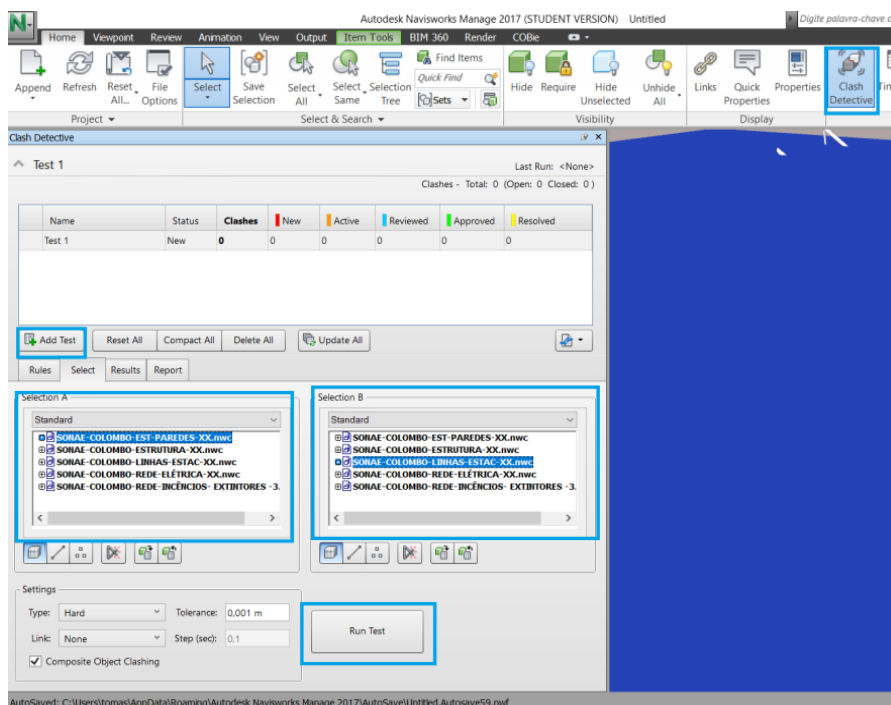


Figura 3.13 - Detecção de erros NAVISWORKS

Refira-se que a informação presente na *Selection A* e na *Selection B* é igual, servindo apenas para se conseguir fazer uma seleção do que se pretende compatibilizar. Para o presente trabalho a metodologia aplicada foi idêntica ao explicado anteriormente, ou seja, primeiro verificou-se os erros de cada especialidade e, numa fase mais avançada, verificou-se os erros entre especialidades, tendo-se no final verificado os erros do modelo como um todo. Depois de se correr o teste, obtiveram-se os erros (Figura 3.14) entre o ficheiro “parede” e o ficheiro “estruturas”.

Numa primeira instância é necessário realizar uma análise rigorosa destes erros, porque muitos destes estão em duplicado, isto é, se existir uma incompatibilidade entre uma

parede e um pilar, o NAVISWORKS, dá o erro do pilar sobre a parede e o erro da parede sobre o pilar. Estes erros ocorrem, pois, o Revit não faz a associação entre materiais diferente. De facto, isto poderia ser um erro de projeto ou não, dependia do que teria sido acordado com o dono de obra, e aí se não fosse erro o NAVISWORKS disponibiliza uma opção onde é possível colocar este como um erro aprovado, ou seja identificando na linguagem do programa que este não seria um erro.

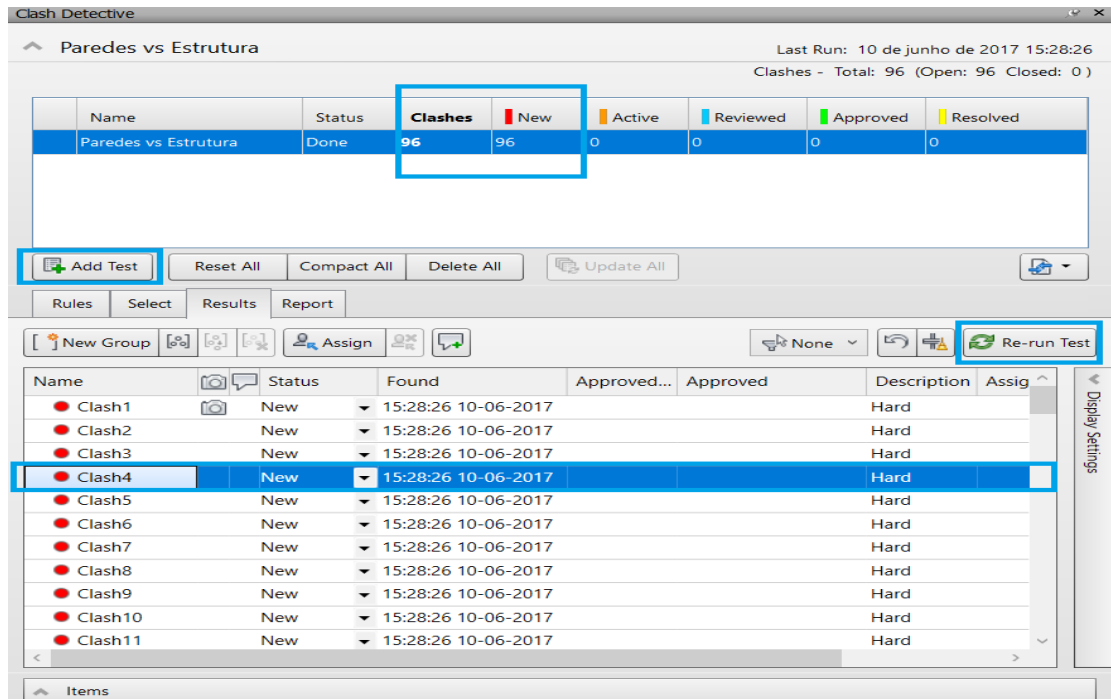


Figura 3.14 - Erros presentes no teste “Paredes vs Estrutura”

Na Figura 3.15 é visualizado um exemplo de como é apresentado um erro no NAVISWORKS.

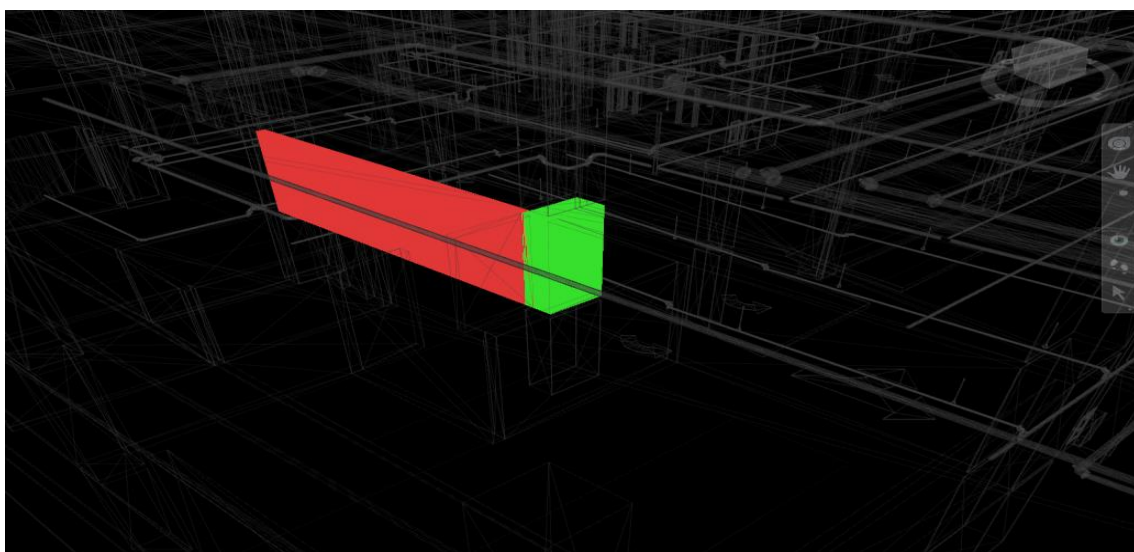


Figura 3.15 - Incompatibilidade entre parede e pilar

A incompatibilidade observada surge de um erro do modelador, onde não houve o devido cuidado na colocação da parede, isto é, colocou-se a parede no interior do pilar. Para se fazer a correção destes erros é necessário abrir o ficheiro em questão no Revit (Ficheiro paredes), fazer a correção, colocando a parede a acabar no no local projeto e gravava-se o ficheiro, no NAVISWORKS escolhendo a opção “*Refresh*” que permite que este reconheça automaticamente que o ficheiro foi atualizado.

Em seguida, seleciona-se a opção “*Re-run Test*” e automaticamente o *software* vai correr o teste. Se o problema tiver sido corrigido automaticamente o programa vai informar o modelador que este foi corrigido. É importante, no entanto, que o modelador se aperceba do erro, pois o NAVISWORKS não identifica erros em que as massas não se toquem, ou seja, pode existir um erro, por exemplo a parede não estar conectada ao pilar, o NAVISWORKS não o detetar, e só navegando no modelo de forma mais criteriosa se assegura a visualização. Como tal, não basta apenas corrigir os erros, mas sim navegar dentro do modelo, para confirmar se está tudo em conformidade.

3.3.3 Realização da modelação

O objetivo do presente caso de estudo, é introduzir a metodologia BIM no FM, verificando numa fase posterior as vantagens da adoção destas metodologias em conjunto.

No que se refere às plantas fornecidas para modelação, apenas as da especialidade de arquitetura se encontravam em formato DWG. A restante documentação apresentava-se em formato de PDF (Figura 3.16Figura 3.16). As telas finais fornecidas datam do ano de 1996 sendo que muitas delas se encontram desatualizadas e a algumas não se conseguem ver bem, apresentado assim um problema ao modelador no que toca à sua interpretação.

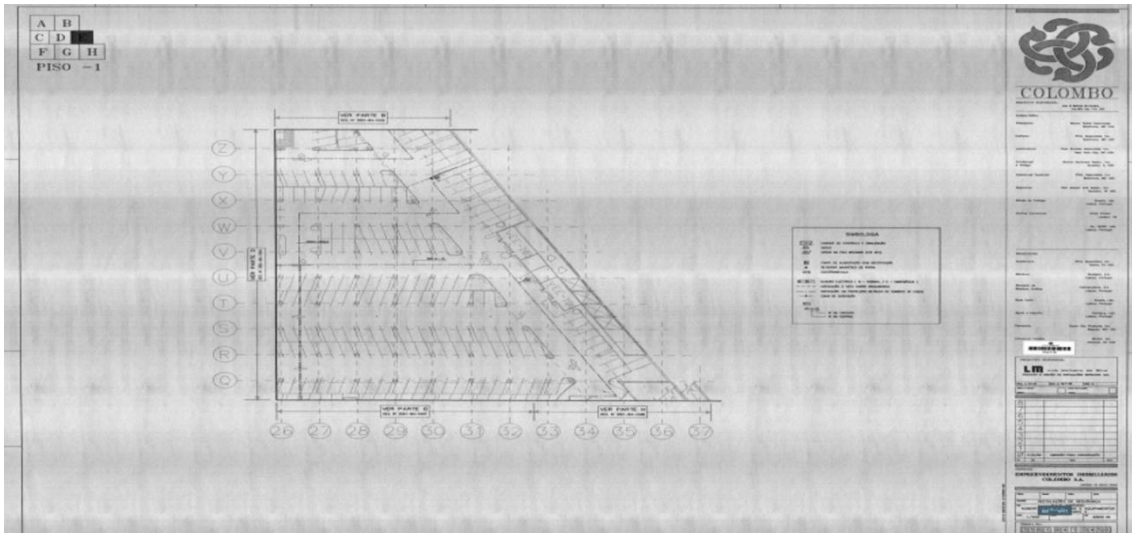


Figura 3.16 - Ficheiro PDF da planta de arquitetura

Foram disponibilizados mais de 6000 ficheiros em formato PDF das diferentes especialidades, porém muita da informação não apresentando grande relevância para o trabalho a elaborar. Como tal, foi necessário realizar uma análise cuidada de todos os ficheiros. Estes foram colocados num ficheiro excel com os respetivos links e a partir daí fez-se a separação do que era pertinente e do que não interessava (Figura 3.17).

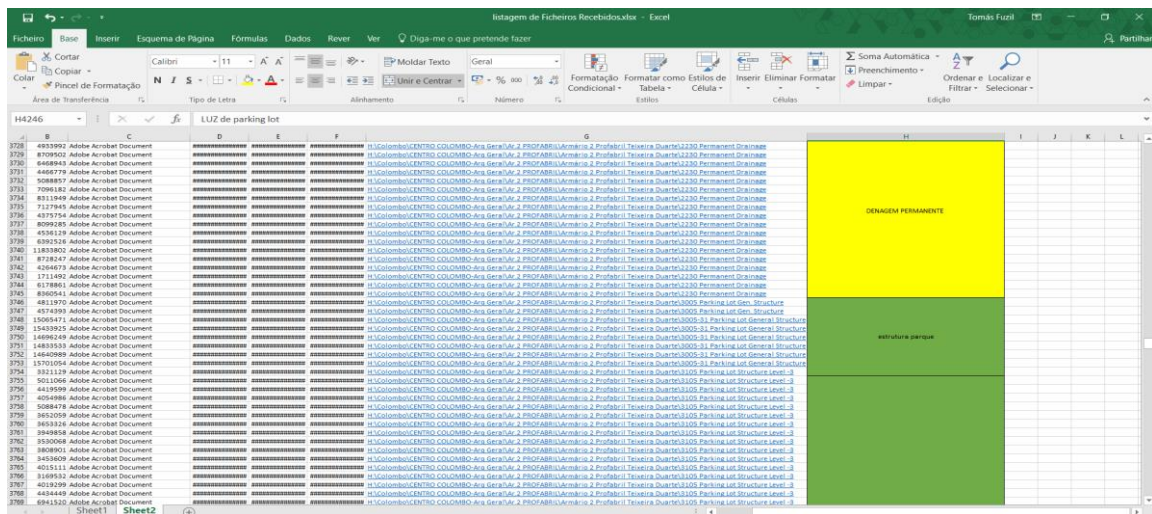


Figura 3.17 - Organização dos ficheiros fornecidos

Depois de uma análise criteriosa dos todos os ficheiros disponibilizados, decidiu-se modelar: i) Arquitetura; ii) estruturas; iii) rede elétrica; iv) rede de Incêndios.

Na medida em que praticamente todas as telas finais se encontravam desatualizadas, decidiu-se modelar as instalações que estavam à vista, pois permitiam ir ao local e esclarecer as dúvidas existentes. Estas visitas ao local permitiram que o trabalho realizado fosse o mais fiel possível à realidade.

Salienta-se que o processo modelação da arquitetura e da estrutura foram bastante mais fáceis do que a modelação da rede de incêndio e rede elétrica, porque existiam plantas em AutoCAD das duas primeiras e estas apresentavam-se num grau de atualização bastante aceitável. No caso das duas últimas, encontravam-se bastante desatualizadas e tendo-se passado inúmeras horas no local a modelar.

Face aos problemas apresentados, foi concluído que se o trabalho tivesse sido realizado com recurso a *laser scanning*, teria sido um trabalho muito mais rápido e com menos erros (por exemplo erros de medição). Isto porque a medição foi feita através de fita métrica laser, que contém erros, e o próprio utilizador também os comete. Houve a necessidade de recorrer a esta fita, pois não existia qualquer informação referente às cotas das redes.

Depois de decididas as redes a modelar e de se seleccionar a informação pertinente à realização do trabalho, foi criada uma grelha comum a todas as especialidades, de forma a auxiliar a modelação de todas estas, tendo assim um referencial comum a todos os projetos desenvolvidos (Figura 3.18).

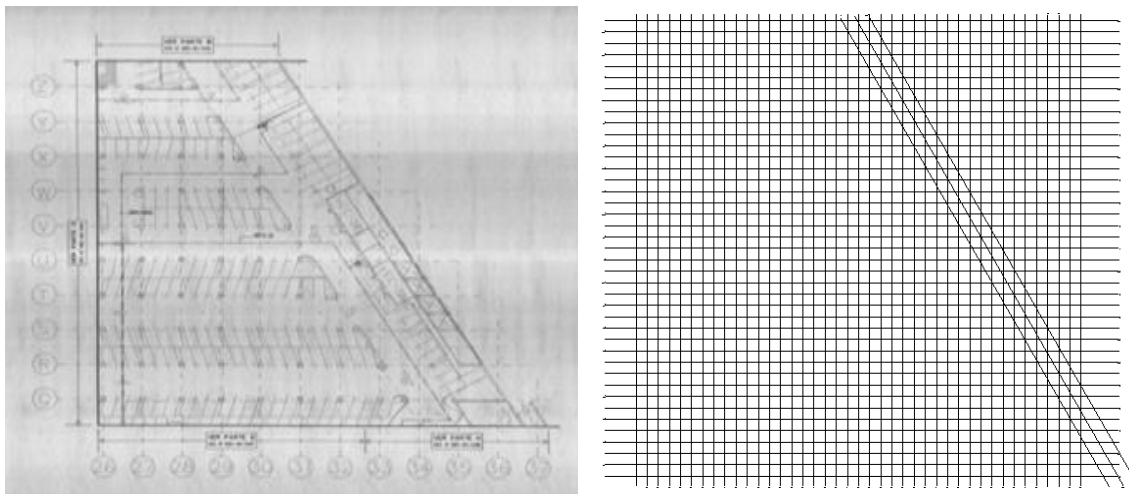


Figura 3.18 – Planta com grelha (esquerda) e Grelha comum às especialidades (direita) Esta grelha permitiu a modelação sobre uma base igual para todas as especialidades e ajudou de uma forma muito significativa a modelação das especialidades, pois veio criar linhas de orientação de auxílio à modelação.

3.3.4 Estrutura

A modelação teve início na estrutura, visto tratar-se de um parque estacionamento, onde existiam bastantes mais elementos estruturais do que elementos arquitetónicos. Definiu-se numa primeira fase as cotas de projeto, obtidas nas plantas fornecidas,

respetivamente 70.5 m para o piso -3, 73.5 m para o piso -2, 76.5 m para o piso -1 e 80.0 m para o piso 0, as mesmas foram colocadas num alçado à escolha no Revit, estas cotas no Revit denominam-se de níveis (Figura 3.19).

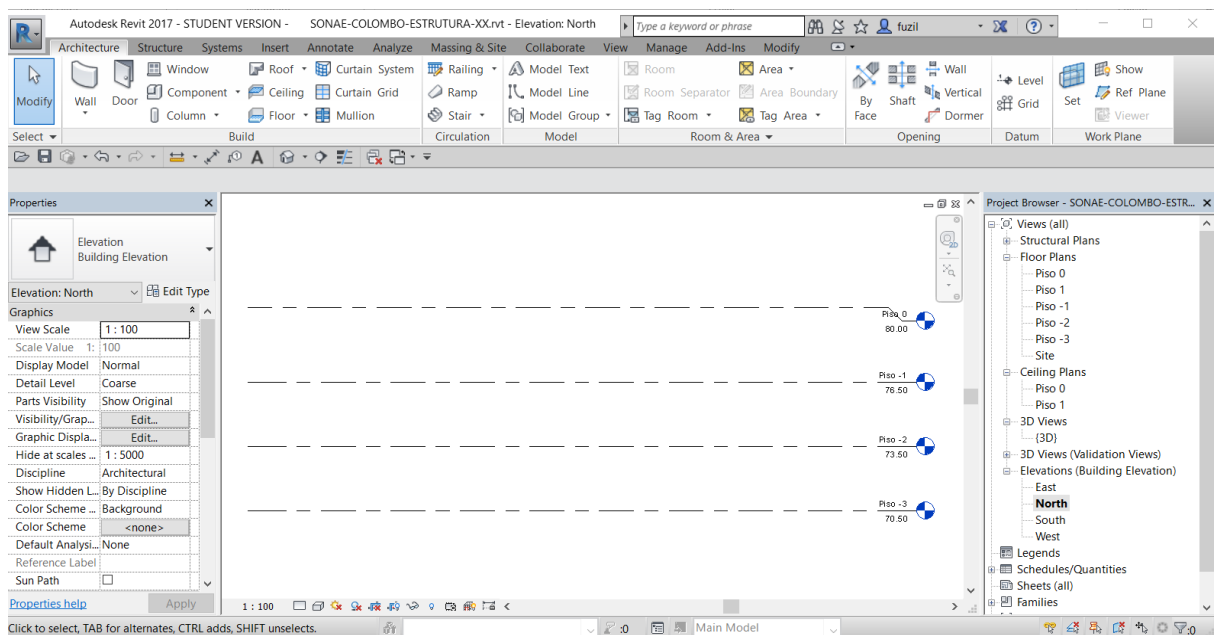


Figura 3.19 – Níveis dos pisos

Em seguida importaram-se as plantas do AutoCAD para o Revit e colocou-se cada uma delas no respetivo nível. Esta é mais uma das grandes vantagens do Revit que permite sobrepor as diversas plantas Autocad no modelo estando cada uma associada a um piso, e permite a modelação sobre as mesmas, fazendo a ligação entre elementos de piso para piso.

Se se colocar um pilar, o Revit disponibiliza uma opção onde é possível dizer onde é que se quer conectar o pilar, se ao piso superior ou se se pretende colocar uma altura para o mesmo, sem que este esteja ligado a outro piso (Figura 3.20).

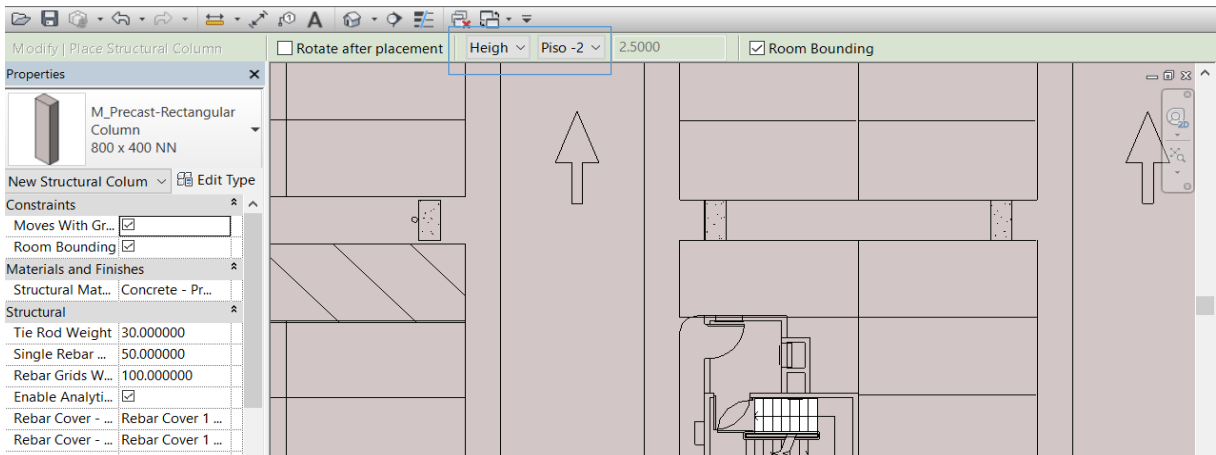


Figura 3.20 - Ligação de um pilar ao piso seguinte

A vantagem de associar um elemento a um determinado nível, é que em qualquer altura que for necessário fazer uma mudança da altura do nível, todos os elementos que estão ligados a ele irão adaptar-se à nova altura. Foram modelados os elementos estruturais como os pilares, as lajes, as paredes, as rampas e as escadas (Figura 3.21 a Figura 3.23).

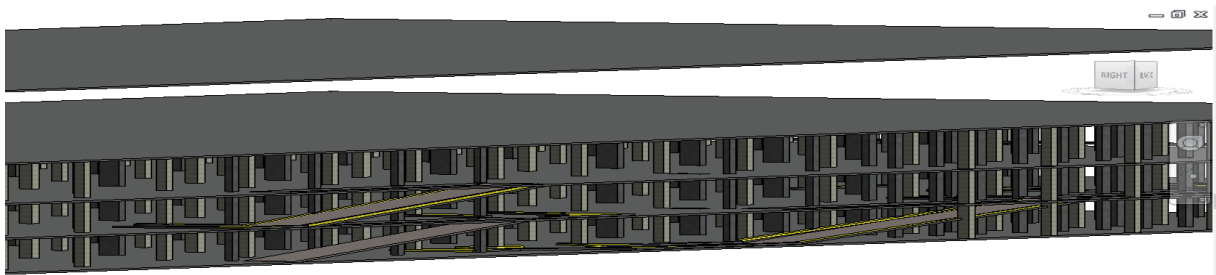


Figura 3.21 – Modelo estrutural

As lajes foram consideradas apenas para a zona a intervencionar, mas mais uma vez uma das vantagens do Revit é o facto de se poder alterar em qualquer altura esta área, isto é, se alguém for fazer o modelo em Revit na integra de todo o parque de estacionamento, pode trabalhar neste modelo, sendo apenas necessário expandir a laje para a área total do parque.

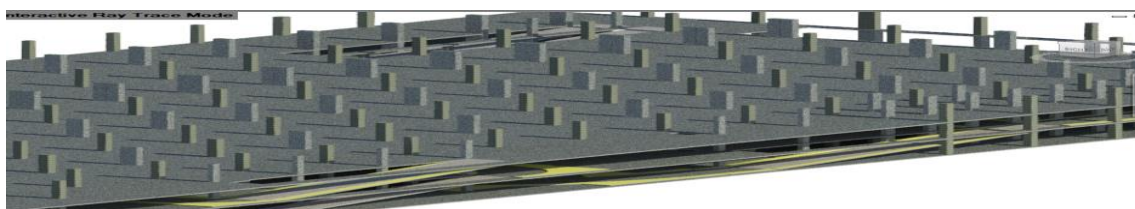


Figura 3.22 – Modelo estrutural sem laje superior

Como existiam pilares com dimensões diferentes, foi necessário criar diversos pilares para que todos os elementos colocados no modelo estivessem de acordo com a

realidade. Depois de definir todos os tamanhos de pilares, procedeu-se à colocação dos mesmos. Por fim modelaram-se as rampas, as escadas e as paredes estruturais, sendo importante referir que no projeto não existe diferenciação entre paredes arquitetónicas estruturais, tendo sido admitido que as paredes estruturais seriam as paredes dos núcleos de escadas e de elevadores.

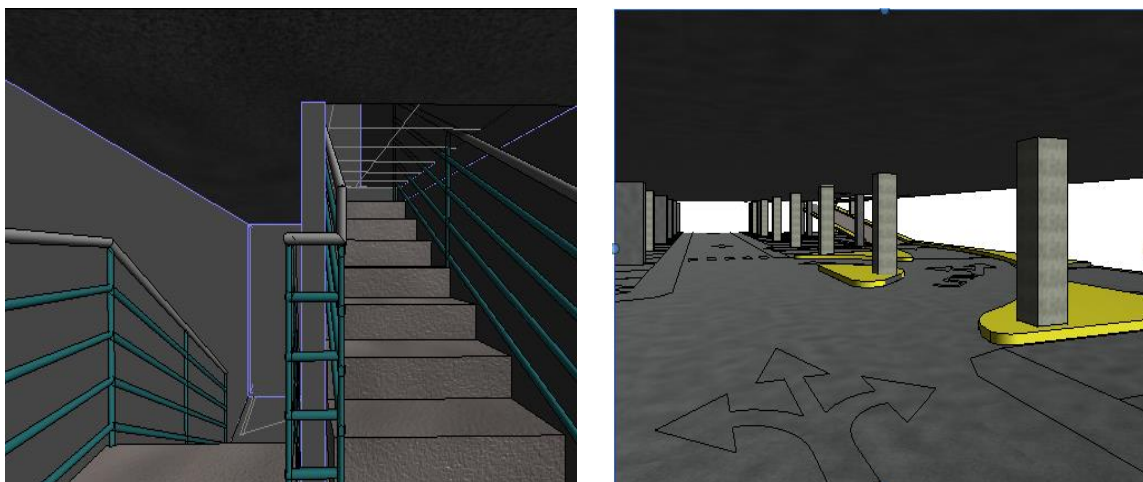


Figura 3.23 - Vista interior do modelo estrutural

A modelação desta especialidade foi simples, após a qual se passou o ficheiro para o NAVISWORKS (Figura 3.13) e procedeu-se à correção dos erros existentes.

3.3.5 Arquitetura

No que se refere à arquitetura, procedeu-se a modelação das paredes e portas. O procedimento foi o mesmo que o seguido na estrutura, tendo-se importado a grelha comum, definindo os níveis num dos alçados e por fim importaram-se as plantas CAD para se proceder à modelação.

À semelhança do mencionado no subcapítulo anterior acerca dos pilares, as paredes têm a mesma opção de se colocar o piso onde se pretende ligar as paredes sendo o resultado final está ilustrado na Figura 3.24.

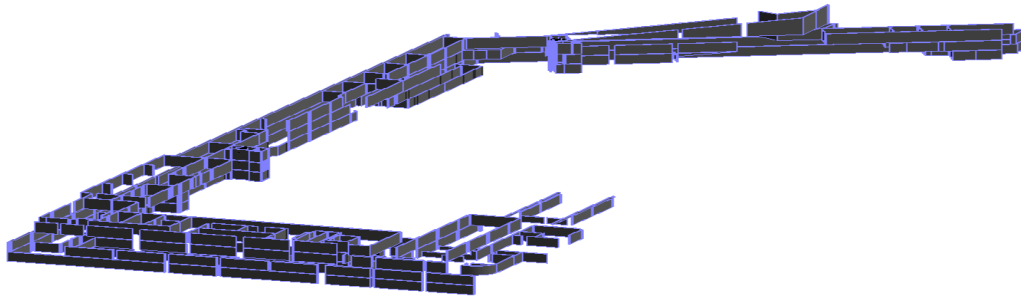


Figura 3.24 – Modelo de arquitetura

Depois de modeladas as paredes, colocaram-se as portas do fabricante, presentes no parque de estacionamento, tendo sido necessário colocar as suas características manualmente, pois não existiam as famílias das portas em questão disponíveis online em diversos *websites* de fabricantes.

Na Figura 3.25 é exemplificado a informação de uma porta, com alguns detalhes (a altura, espessura, fabricante, entre outros). Esta informação normalmente não é importante para a especialidade de arquitetura, na medida em que o arquiteto tem pouco interesse ao nível de características físicas de um elemento, mas sim um interesse a nível geométrico e estético.

No entanto, para se realizar a gestão de instalações através de um modelo BIM é essencial que o mesmo contenha a maior informação possível acerca dos elementos da instalação, para que o gestor que vai realizar os planos de manutenção tenha ao seu dispor o maior conhecimento acerca da instalação que vai seguir.

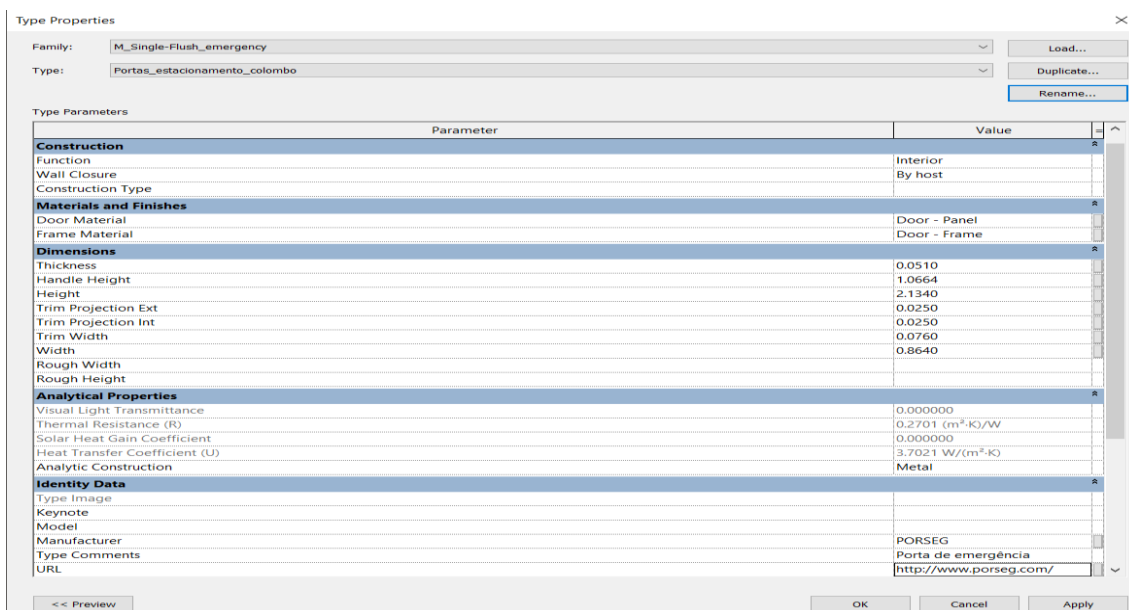


Figura 3.25 - Características de uma porta presente no modelo

Nesta especialidade surgiram alguns problemas após a realização de uma visita ao local, onde se verificou que o modelo apresentava algumas falhas, pois existiam novos elementos, mais concretamente paredes que não estavam presentes nas telas finais disponibilizadas. Como tal foi necessário proceder à atualização do modelo incorporado no local.

Para finalizar a especialidade de arquitetura foi colocado no NAVISWORKS, onde se começou por compatibilizar os erros presentes na arquitetura e, numa fase posterior, compatibilizaram-se os erros entre a arquitetura e a estrutura, tendo-se analisado e corrigido os mesmos.

Na Figura 3.26 apresenta-se a interação entre a arquitetura e a estrutura no *software Revit*.

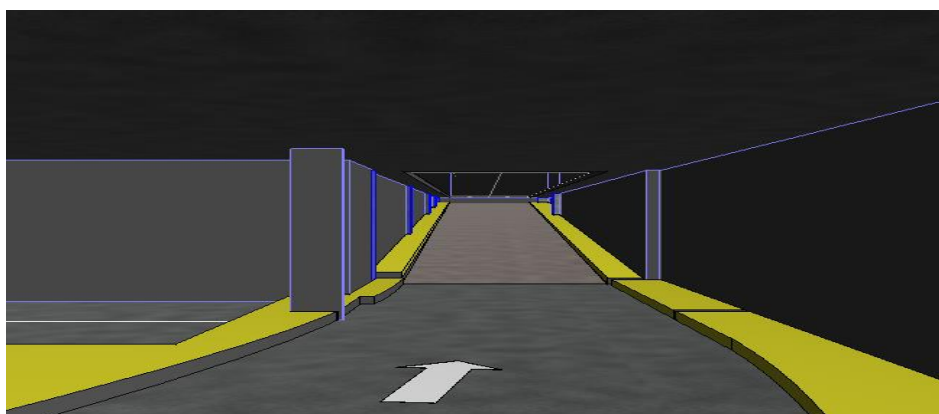


Figura 3.26 – Compatibilização da especialidade de Arquitetura e de Estruturas

Nesta imagem é possível ver a interação entre os pilares e a laje do modelo de estruturas com as paredes arquitetónicas e os lancis. Nesta figura é possível ver também um pouco do que é a realidade de um modelo BIM.

3.3.6 Rede de incêndios

Para a especialidade da rede de incêndios, numa primeira instância teve que se organizar a informação fornecida, pois era bastante e nem toda era pertinente para o trabalho a desenvolver. Depois de organizada, pesquisou-se no *site* do fabricante as famílias Revit referentes à marca encontrada no parque de estacionamento. Para esta especialidade não existiam telas finais em AutoCAD, apenas em PDF, que se encontravam desatualizadas, e para além disto não disponibilizavam os diâmetros das diversas tubagens presentes no parque.

Realizou-se uma visita ao parque de estacionamento, onde se comparou as telas finais com o que existia atualmente no parque. Verificou-se que havia bastantes diferenças e também que as redes eram muito diferentes de piso para piso, ao contrário do apresentado nas telas finais. Optou-se então por, numa primeira fase, realizar-se sobre a planta DWG da estrutura / arquitetura o desenho da rede de incêndios com base no que estava presente no parque de estacionamento e não nas telas finais.

A colocação das linhas das tubagens teve como objetivo facilitar a modelação, tendo assim linhas de orientação no Revit. É importante referir que o Revit permite também o desenho de linhas auxiliares, tal como o AutoCAD, contudo como a familiarização era maior com o AutoCAD optou-se por colocar no mesmo as linhas guia.

Depois deste processo inicial, criaram-se os níveis referentes às cotas das tubagens, e fez-se a importação das plantas DWG, da mesma forma que foi feito para a estrutura e arquitetura. Como se fez uma visita ao local, verificou-se que existiam imensos ressaltos das tubagens, e aqui surgiram algumas dificuldades na modelação, pois esta teve que ser no local, e foi muito condicionada pela bateria do computador. Foi de extrema importância este trabalho de campo, pelo facto de existir a necessidade de medir quais eram as alturas destes ressaltos, e ao mesmo tempo fazer a modelação (Figura 3.27).

Como se fez as medições de todos os ressaltos, quer em altura, quer em comprimento, tudo o que está presente no modelo traduz a realidade com grande fiabilidade.

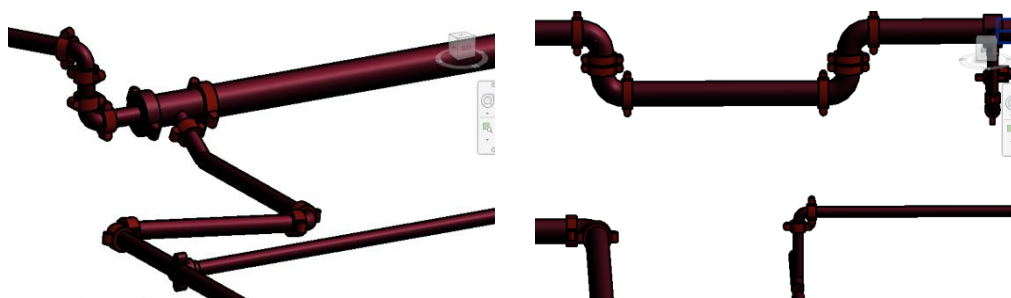


Figura 3.27 - Ressaltos de tubagens presentes no parque de estacionamento

O problema em cima referido, de realização da modelação presencialmente, foi um dos fatores que atrasou bastante a modelação deste trabalho, pois as plantas não disponibilizavam cotas tornando impossível determinar onde iriam estar os ressaltos e consequentemente fazer a modelação de forma correta. Assim, afigura-se como da maior importância fazer um levantamento com *laser scanning*, que facilita muito o trabalho realizado, pois não são necessárias incursões ao campo como foi o caso deste trabalho.

À medida que se avançou na modelação começaram a surgir alguns problemas. Um dos maiores problemas foi o facto de existirem arrumos fechados em todos os pisos, contendo todos as redes no seu interior. Apesar de nas telas finais estarem desenhados os caminhos dentro destes, não se confiou nas mesmas pois como se encontravam desatualizadas, pensou-se que o mesmo poderia acontecer no interior dos arrumos.

De facto, existiu aqui mais um entrave no que toca ao rendimento do trabalho, pois foi necessário pedir à equipa de manutenção para abrir os arrumos. Como a modelação foi feita piso a piso decidiu-se fazer a modelação de toda a rede, e nos locais onde se verificava que existia uma tubagem a atravessar uma parede como se pode verificar na Figura 3.28, fazia-se a mesma a atravessar a parede e deixava-se incompleta para mais tarde ser retificada, aquando da abertura dos arrumos.

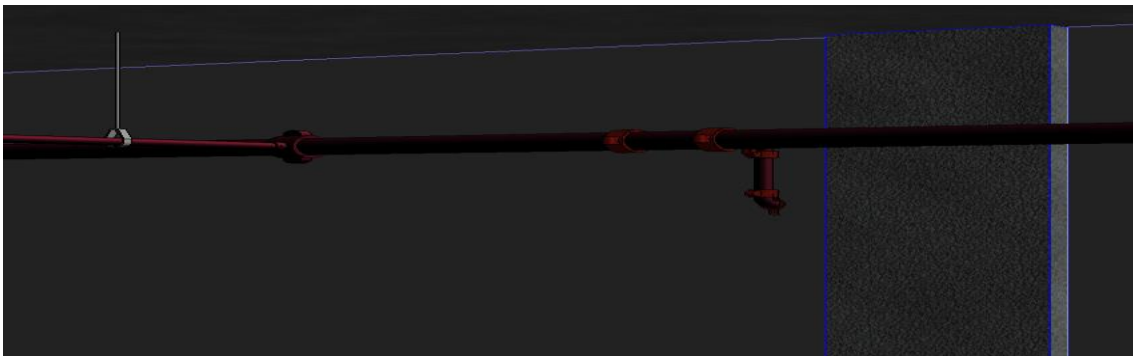


Figura 3.28 - Tubagem na parede

Outro entrave foi o facto do fabricante apenas disponibilizar nas suas famílias as curvas com 45° e 90° e aqui foi um grande problema no desenvolvimento desta especialidade, porque no parque de estacionamento havia curvas com diversos graus como é ilustrado na Figura 3.29.

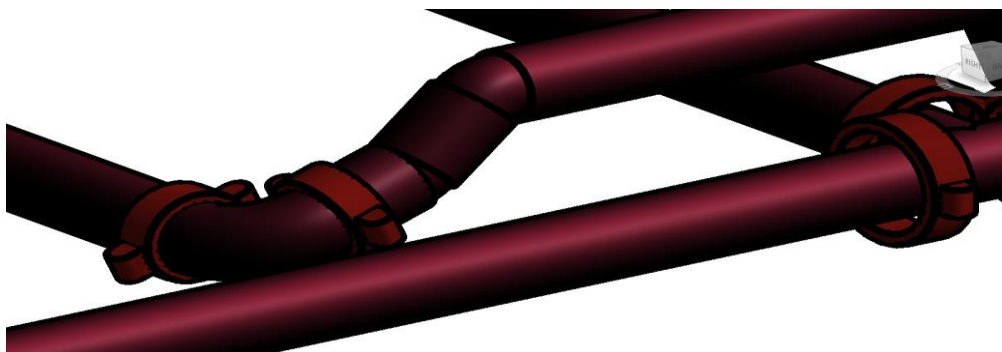


Figura 3.29 - Curva com graus diferentes

Como as famílias deste fabricante não se adaptavam aos diversos ângulos presentes nesta especialidade, decidiu-se utilizar as famílias *standart* do Revit. Estas famílias são

disponibilizadas pelo Revit, existindo tubagens, curvas, entre outros elementos. Estas curvas *standart* adaptam-se a qualquer declive e foi aqui que se conseguiu resolver o problema, adotando as mesmas.

Em seguida, foi necessário alterar as características destas famílias disponibilizadas pelo Revit, colocando as suas propriedades iguais às das famílias do fabricante presente no parque de estacionamento, tudo isto para os elementos no modelo tenham características reais. O único problema da adoção destas curvas é ao nível geométrico, pois não são uma representação fiel do que se encontra no declive, uma vez que são de uma família diferente.

Na Figura 3.30 ilustra-se o local onde estão definidas as características dos elementos, onde está disponibilizada informação como o fabricante, o modelo, a descrição, entre outros.

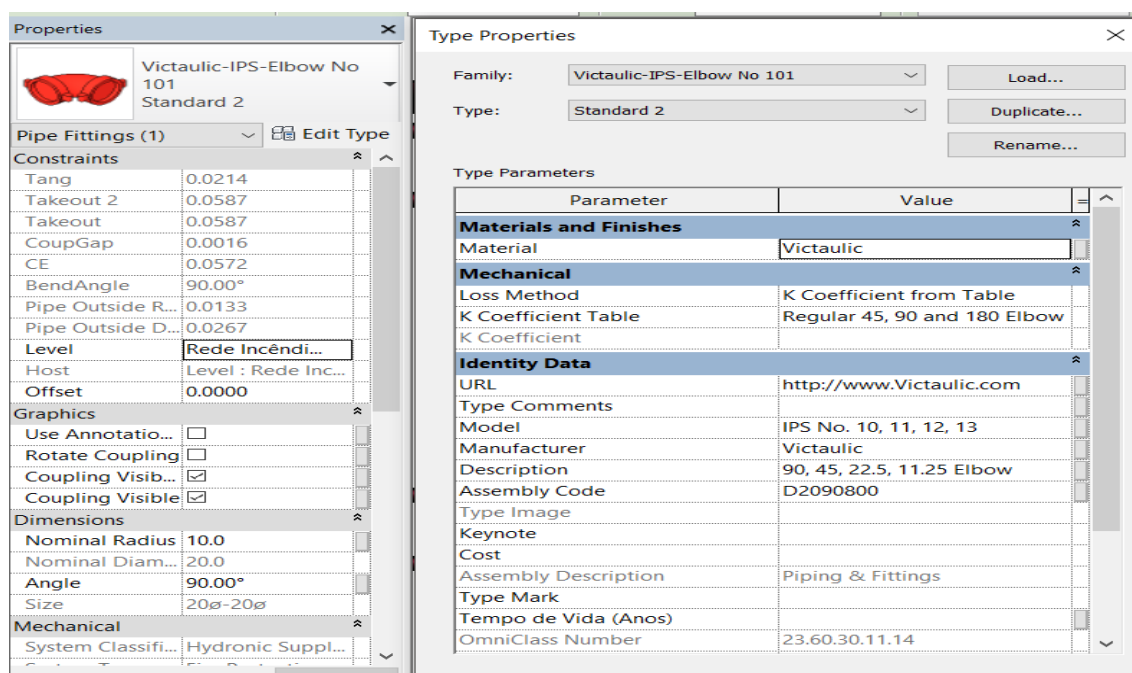


Figura 3.30 – Definição dos parâmetros dos elementos

Quanto às válvulas, carretéis, extintores, entre outros elementos, foram fáceis de modelar, pois todas as famílias se encontravam disponíveis na internet para o *download* das mesmas. Neste sentido, foi apenas feito o seu *download* e a modelação da mesma no local devido.

Na Figura 3.31 e *Figura 3.32* e, é possível visualizar a modelação de válvulas e carretéis. Na *Figura 3.33* é possível visualizar o modelo de arquitetura, de estrutura e de redes de incêndio num todo, e verificar a interação entre estas especialidades.

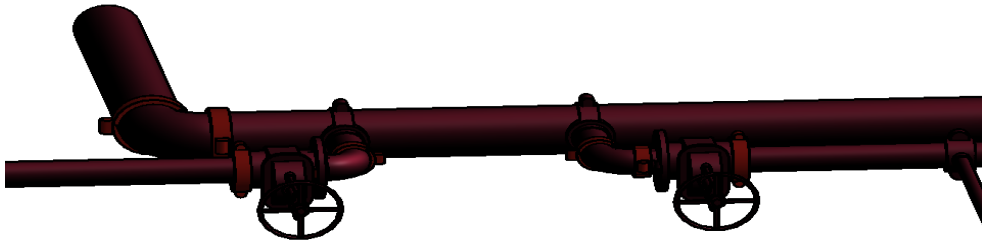


Figura 3.31 - Válvulas

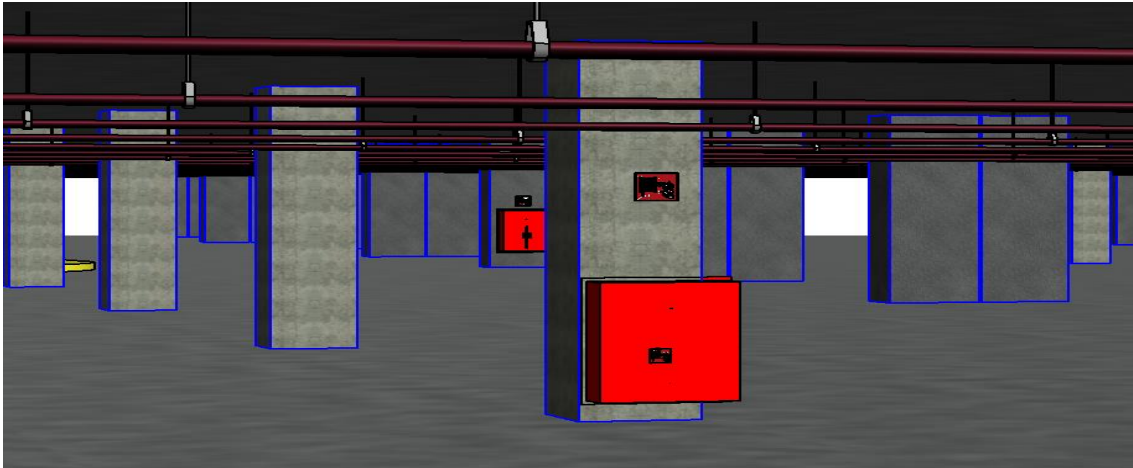


Figura 3.32 - Carretéis e tubagens

Depois de todas estas dificuldades superadas a nível de modelação no local, procedeu-se à modelação igual à realidade e o resultado final é apresentado na Figura 3.33, onde se visualiza apenas a rede de incêndios, e na Figura 3.34 visualiza-se a rede de incêndios em interação com todas as outras especialidades desenvolvidas.

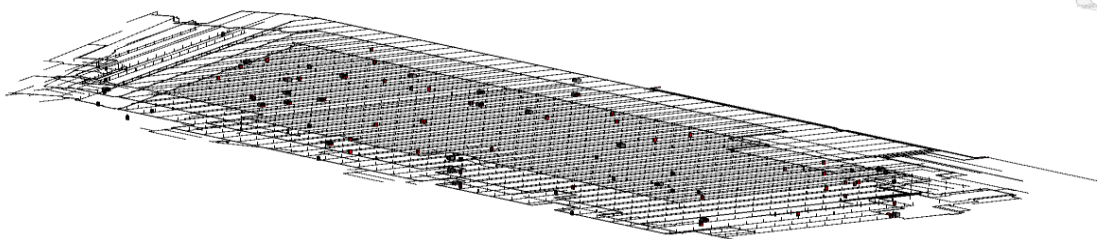


Figura 3.33 - Rede de Incêndios

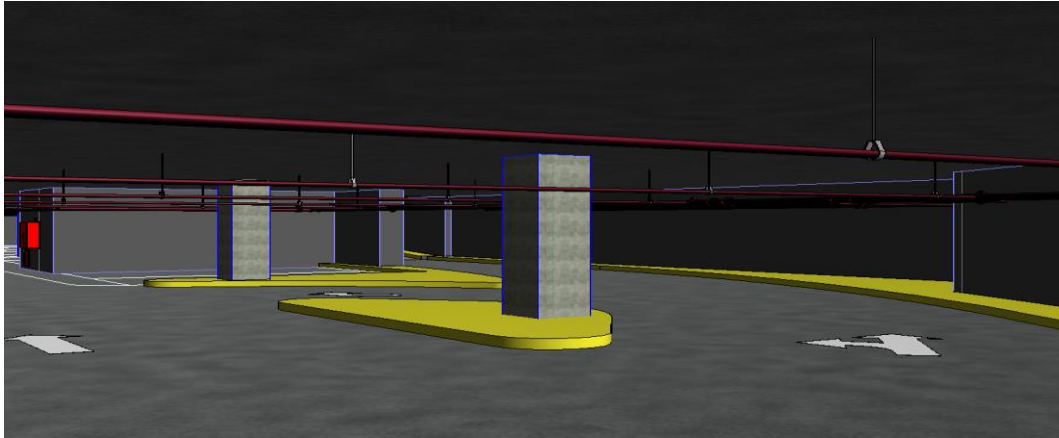


Figura 3.34 Interação entre as diversas especialidades desenvolvidas

Depois da finalização da rede de incêndios, colocou-se a mesma no NAVISWORKS e procedeu-se à deteção dos erros, os quais após análise e correção, conduziram ao encerramento da especialidade.

Como foi referido no capítulo 2, o nível de detalhe varia consoante a fase de projeto e consoante o que se pretende da instalação. Como neste caso o objetivo final é realizar a gestão de instalações, o nível de detalhe é o melhor possível dentro da informação disponibilizada pela SONAE.

Na Figura 3.35 a Figura 3.37 mostram-se os resultados da modelação. Sendo possível ver as semelhanças entre o modelo virtual e a realidade.

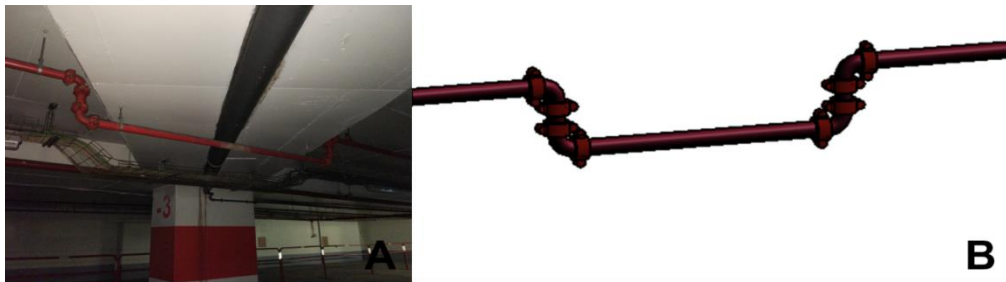


Figura 3.35 – Representação de um ressalto: a) realidade; b) modelo

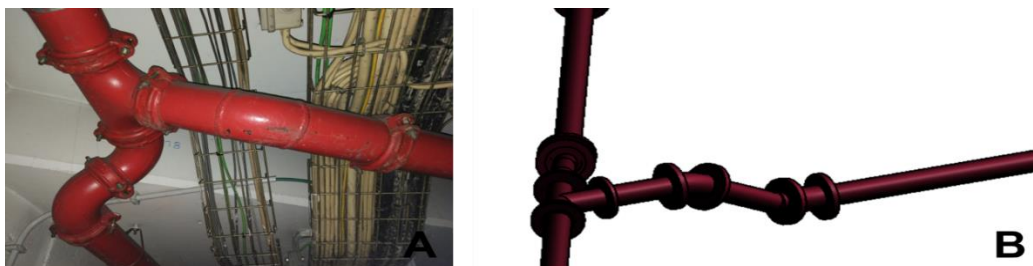


Figura 3.36 – Representação da tubagem com acessórios: a) realidade; b) modelo

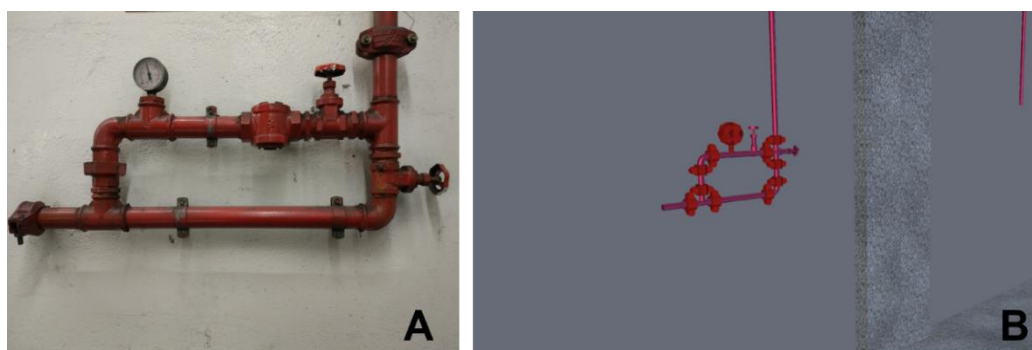


Figura 3.37 – Representação de válvulas e manómetros: a) realidade; b) Modelo

3.3.7 Rede elétrica

À semelhança do que foi realizado na rede de incêndios, para a rede elétrica teve que se começar por organizar a informação disponibilizada.

Mais uma vez a informação fornecida era extensa existindo a necessidade de organizar tudo antes de se realizar a modelação. Após a organização e seleção da informação, procedeu-se à realização de uma pesquisa no *site* do fabricante das famílias Revit. Mais uma vez foi extremamente simples a procura das famílias pois toda a informação estava disponibilizada *online* pelo fabricante.

Tal como na rede de incêndios, não existiam telas finais em AutoCAD. Após uma visita ao parque, acompanhada das telas finais em PDF, verificou-se que a rede tinha sofrido poucas alterações não se encontrando tão desatualizadas como as plantas da rede de incêndios.

As plantas desta especialidade disponibilizavam as diversas medidas dos caminhos de cabos, no entanto também elas não dispunham das cotas a que a rede se encontrava. Optou-se assim por não se realizar uma planta de AutoCAD, tal como tinha sido feito anteriormente para a especialidade da rede de incêndios. Esta decisão foi baseada na quantidade de zonas que se encontravam desatualizadas, que se verificaram ser muito poucas, e dessa forma optou-se por fazer a modelação logo no Revit, através de medições feitas no campo.

A modelação da rede elétrica foi realizada sempre no campo, fazendo-se a medição das cotas a que a rede se encontrava e dos ressaltos encontrados, atualizando todos os locais que se encontravam diferentes das plantas. Os elementos fornecidos pelo fabricante foram suficientes à modelação o que facilitou bastante o trabalho. Esta rede era semelhante de piso para piso e assim foi possível fazer uma cópia de toda a rede

do piso -3 (o primeiro a ser modelado) e copiar para os restantes pisos, alterando-se apenas o que era diferente em cada piso. Assim, foi muito mais rápida a modelação desta especialidade face à rede de incêndios.

A Figura 3.38 mostra as características e informações disponíveis para o caminho de cabos, algumas fundamentais para a gestão de instalações, como por exemplo: i) Modelo; ii) fabricante; iii) descrição; iv) e-mail; v) contacto telefónico; vi) etc.

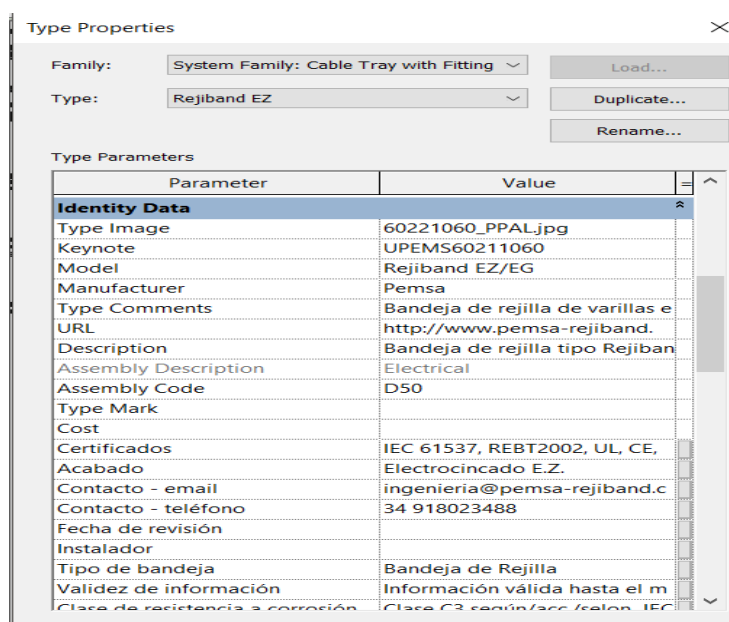


Figura 3.38 - Características do caminho de cabos

Toda a informação disponível facilitou o trabalho relativamente ao *Facility Management* pois não foi necessário o utilizador colocar a mesma manualmente, já que era disponibilizada nas famílias Revit pelo fabricante. Aqui é traduzida uma das vantagens da adoção do *Facility Management* associado ao BIM, que é o facto de muita da informação já estar colocada pelo fabricante nos objetos BIM.

Na Figura 3.39 apresentam-se as características das lâmpadas colocadas no parque de estacionamento. Estas estão de acordo com o que está no parque de estacionamento, contudo não estavam disponíveis no *site* do fabricante, mas sim num *site* dedicado ao conceito do BIM e que disponibiliza diversas famílias de diversos fabricantes, o “BIM object”.

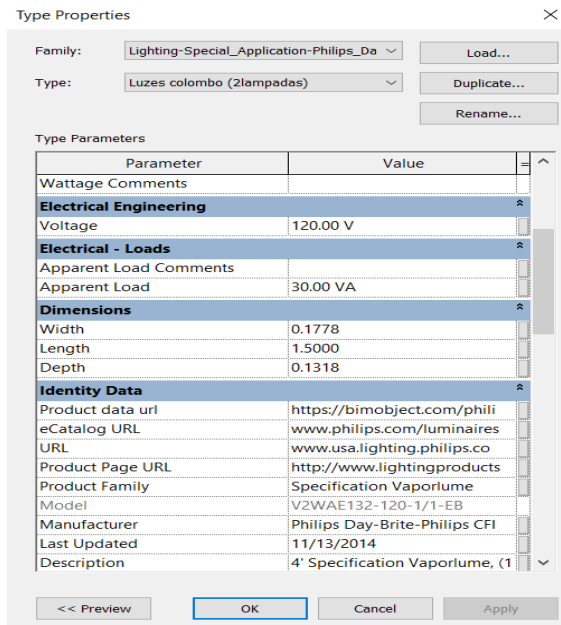


Figura 3.39 - Características das lâmpadas

Mais uma vez todas as informações necessárias estavam disponibilizadas na família, onde inclusive estava disponível uma opção em que o utilizador poderia colocar o tempo de vida útil das mesmas.

Na Figura 3.40 visualiza-se o resultado da rede elétrica, onde se identificam de forma clara os caminhos de cabos e a iluminação do parque de estacionamento.

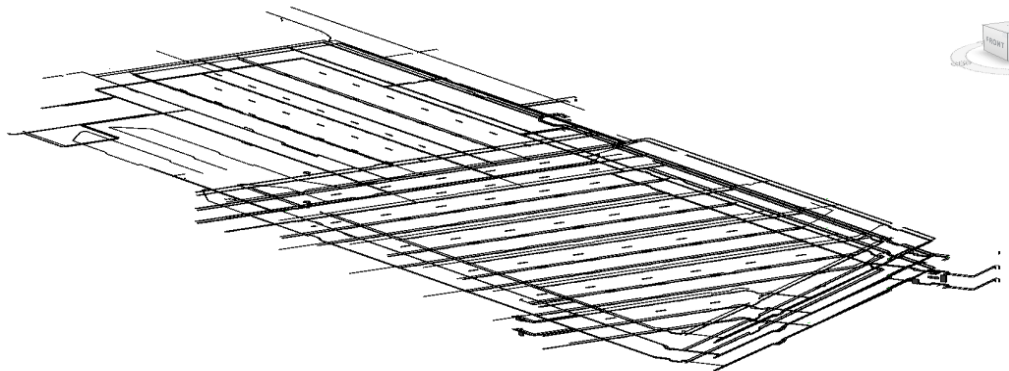


Figura 3.40 - Rede elétrica

Nas Figuras 3.41 é exibida a interação entre todas as especialidades, podendo ver-se que o resultado é bastante realista: figura A) rede elétrica e figura B) interação entre rede de incêndios e rede elétrica).

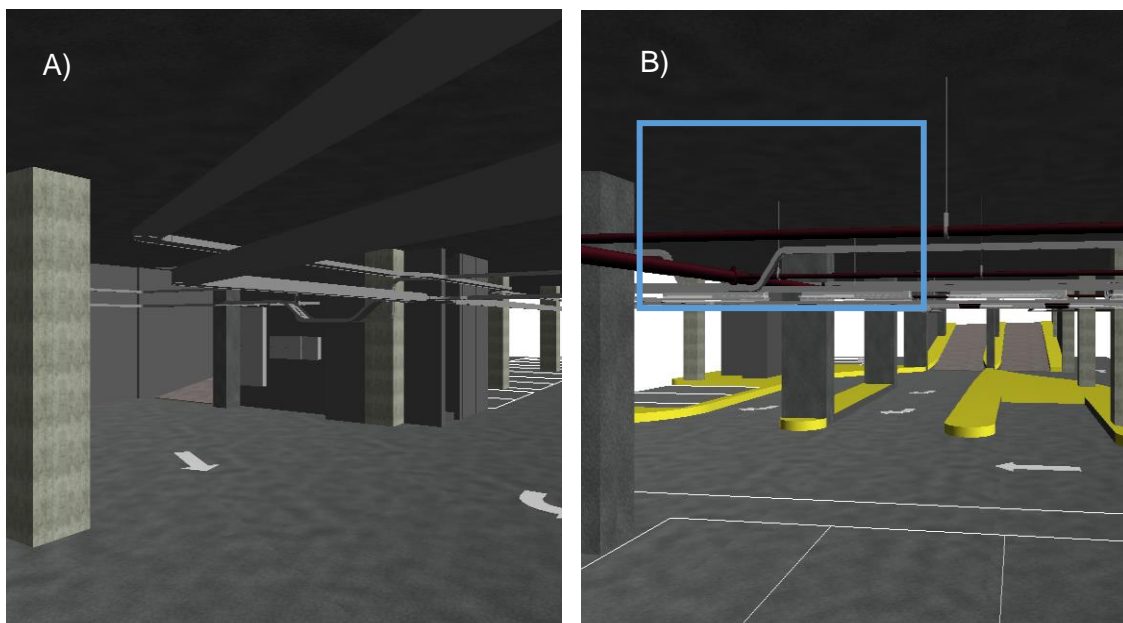


Figura 3.41 - Interação entre especialidades: Zona A



Figura 3.41 - Interação real de especialidades: Zona B

Tal como foi efetuado anteriormente, colocou-se a especialidade no NAVISWORKS, onde se compatibilizou os erros dentro da mesma. Numa fase posterior compatibilizaram-se os erros desta especialidade com as restantes. Esta foi a última especialidade modelada para o presente trabalho, e a partir daqui começou-se o processo da gestão de instalações associado aos *softwares* BIM, que vai ser abordado no próximo capítulo.

3.4 Integração do COBie no Revit

Uma das formas de exportar informação de um projeto BIM modelado no Revit para as folhas de dados COBie é através do *plug-in* que é disponibilizado pela Autodesk, sendo intitulado de *COBIE Toolkit for Autodesk*.

No âmbito do presente trabalho foi este o utilizado, apresentando-se como a solução mais vantajosa, porque existia muita informação sobre a forma como o *plug-in* funcionava e os passos básicos para familiarização com o COBie.

De facto, facilitou bastante o trabalho, pois não existia qualquer experiência com extensões ou *softwares* do *Facility Management* e todo o material disponível para aprendizagem era uma enorme mais-valia.

3.4.1 COBie Toolkit for Autodesk

O *plug-in* do COBie no Revit apresenta opções como o *Setup*, o *Modify* e por fim a opção *Export*. Na Figura 3.423 é possível visualizar esse separador.

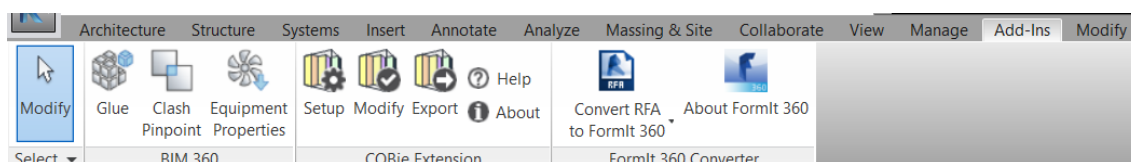


Figura 3.423 - Extensão adicionada ao Revit

A primeira tarefa a realizar foi explorar a extensão e conhecer a forma como a mesma trabalhava, que mais à frente vai ser explicada com rigor. Em seguida preencheu-se todas as informações em falta nos elementos do modelo, as que são essenciais para uma gestão de instalações eficaz. Para que esta seja feita de forma eficaz é essencial que todos os parâmetros COBie estejam devidamente preenchidos.

Aqui começa-se a implementar a 4.^a dimensão do BIM, que foi explicada na secção 2.2.4. Neste momento torna-se essencial o trabalho do gestor de instalações, pois cabe ao mesmo determinar qual é a informação pertinente para a gestão de uma instalação,

bem como verificar os diversos elementos do modelo e qual é a informação em falta em cada um deles, para posteriormente preencher a mesma manualmente.

No primeiro menu que aparece no separador do COBie (Setup), em que ao ser selecionado vai aparecer um submenu onde são apresentadas as seguintes configurações (Figura 3.434): *i) Contact*; *ii) Settings*; *iii) Parameter Mappings*.

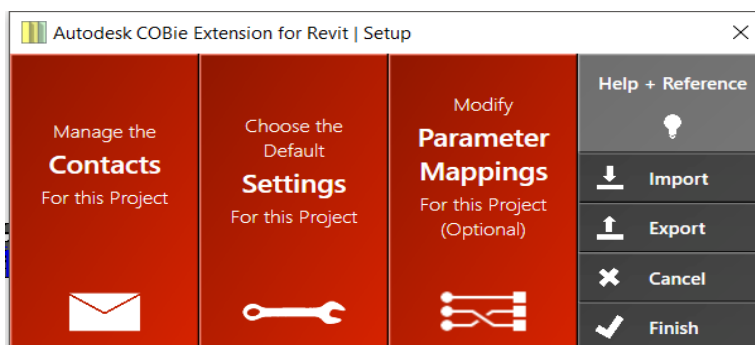


Figura 3.434 - Menu setup

A primeira opção apresenta diversos campos para preencher, como o contacto do responsável de projeto ou a entidade, tal como ilustrado na Figura 3.445. A primeira folha de cálculo COBie vai ser constituída pela informação relativa a esta opção.

Required:	
Created By:	<This Contact> ⓘ
Email	tomasfuzil@hotmail.com ⓘ
Company	Instituto Superior de Engenharia de Lisboa ⓘ
Phone	916717531 ⓘ
Classification	n/a ... ⓘ

Figura 3.445 – Contactos

Quanto à opção *settings* é bastante mais complexa que a anterior. Nesta são definidas as preferências que se pretendem para as folhas de cálculo, como a unidade de medida, o que se pretende exportar, etc., (Figura 3.456).

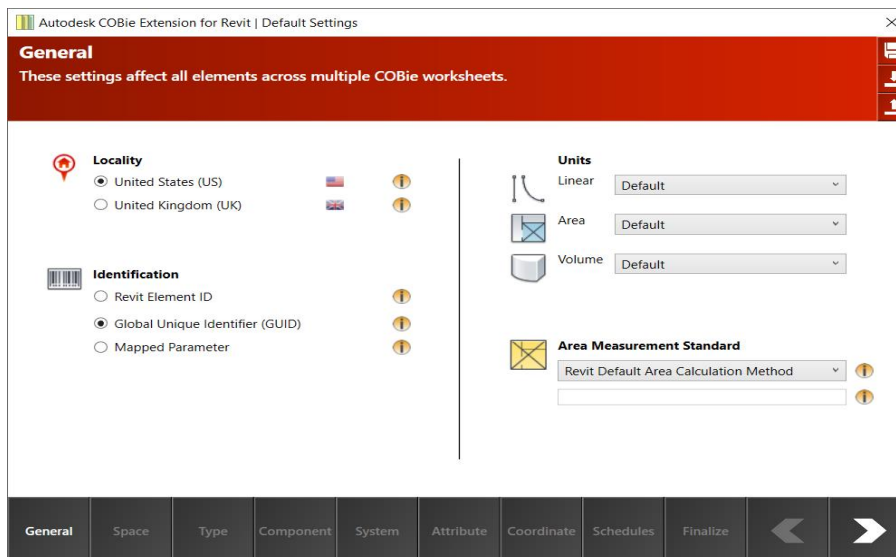


Figura 3.456 - Menu settings - visão geral

É importante referir que no menu *settings* apenas está disponibilizada uma categoria denominada de *Space*, no entanto o Revit utiliza *Rooms* e *Spaces*, ou seja, o COBie apresenta apenas uma classificação espacial enquanto o Revit apresenta duas. No entanto, esta extensão apresenta uma lista onde estão todas as categorias do Revit, podendo-se escolher a classificação espacial, mesmo que tenha que ser realizada manualmente (Figura 3.467).

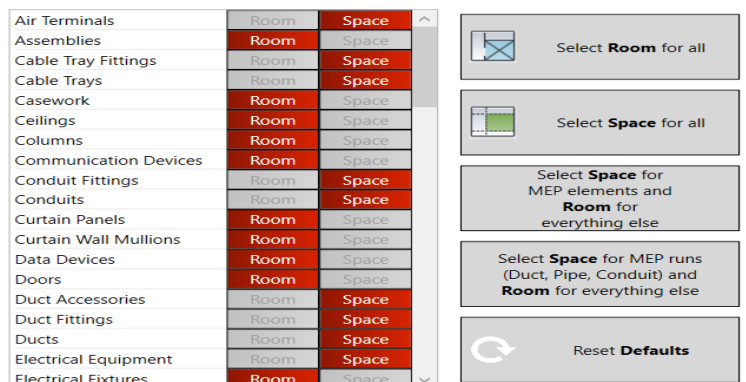


Figura 3.467 - Divisão da classificação espacial

Em suma, é importante ter muita atenção ao menu *settings* pois é aqui que são definidos os parâmetros, unidades, entre outros fatores, sendo que todos estes vão estar presentes nas folhas de cálculo exportadas. Assim, para existir uma gestão de instalações eficiente é importante que se tenha muito rigor neste passo.

No último separador do *setup* opção tem-se o *parameter mappings*. Neste é possível fazer a modificação do nome dos parâmetros COBie que aparecem nos elementos e nas folhas de cálculo. Na Figura 3.478 é possível visualizar esse menu, onde se pode

ver alguns dos parâmetros que vão ser colocados na folha de cálculo e que podem ser alterados, se o utilizador assim quiser.

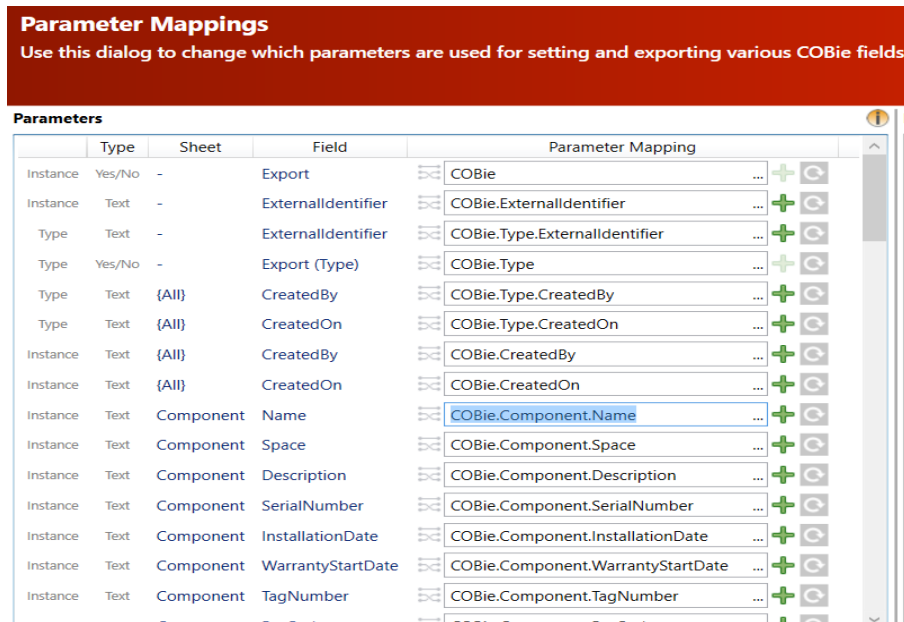


Figura 3.478 - Parameter Mappings

No âmbito do presente trabalho, fez-se a classificação dos espaços existentes de acordo com o que os espaços definidos pela Sierra Portugal: i) Arrumos; ii) zonas técnicas; iii) poços e bombagens.

Os espaços foram classificados como *rooms*, tendo sido previamente etiquetados no Revit, como arrumo ou zona técnica. Assim, no caso de existir alguma instalação elétrica ou alguma tubagem no interior destes espaços, vai ter a sua localização correta na coluna *Cobie.Component.Space* (Figura 3.49).

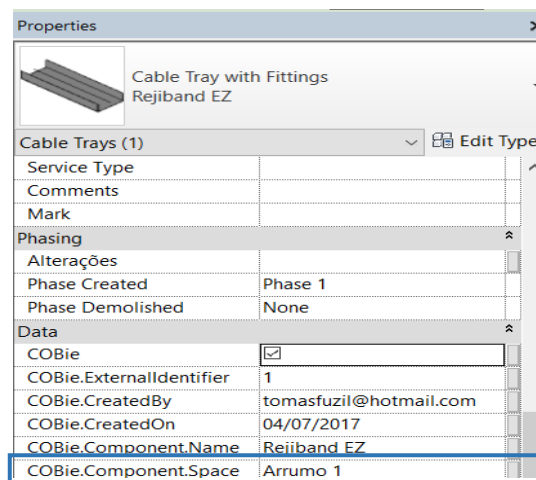


Figura 3.49 - Dados atualizados do COBie

No *Modify* são apresentadas três opções, todas elas de exportação (Figura 3.480): i) Zone manager (gestor de zonas); ii) Elements to be exported (elementos a exportar); iii) Other fields to be exported (outros campos a exportar).

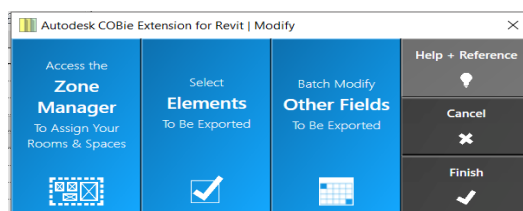


Figura 3.480 - Menu Modify

Na opção gestão de zonas (zone manager) tem como objetivo organizar e criar zonas, onde são colocados os diferentes tipos de espaços. Para este trabalho, temos zonas de circulação e outras que não são, assim sendo pode-se criar dois tipos de zonas. Na folha de dados vão encontrar-se no separador Zone (Figura 3.491).

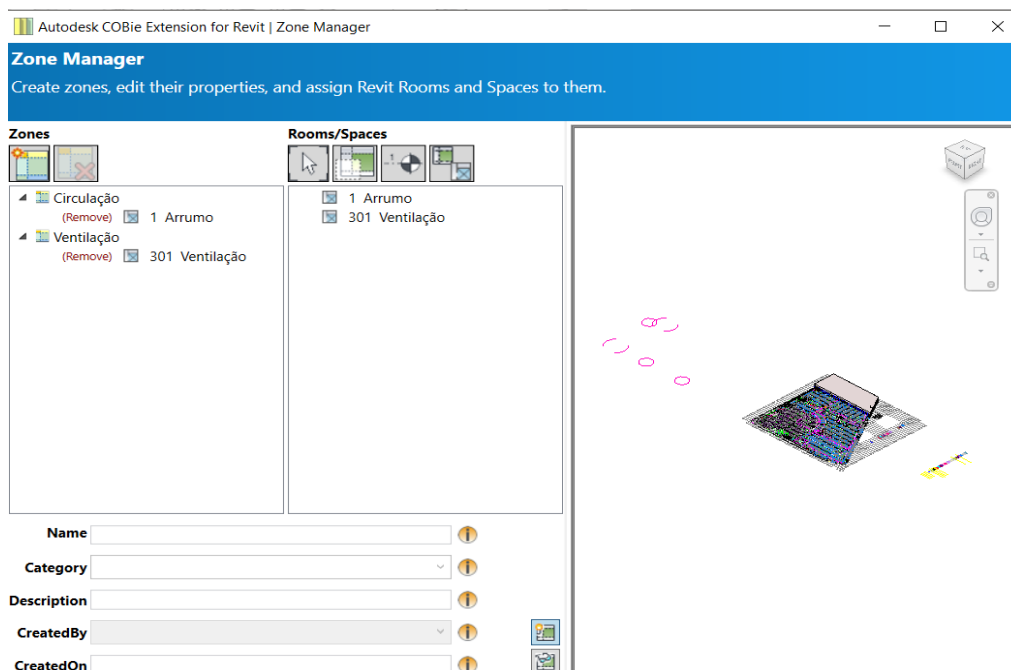


Figura 3.491 - Opção zone manager

A opção elementos a exportar (Figura 3.482) permite ao utilizador especificar quais são os elementos que pretende que estejam presentes na folha de dados, quando se realiza a exportação. Para esta opção, a folha de dados COBie fornece os separadores *Type* e *Component*. Esta opção é muito importante para o gestor de instalações, pois é pertinente que se escolha apenas os elementos que são essenciais à realização de uma boa gestão de instalações.

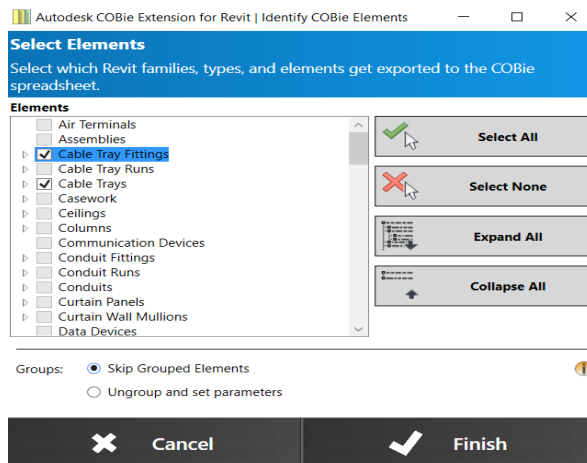


Figura 3.502 - Opção elements do be exported

A opção *modify* permite seleccionar quais são os parâmetros COBie que se pretende que sejam atualizados pelo Revit. Após esta seleção, os parâmetros COBie vão ser atualizados consoante a informação disponibilizada previamente pela família. Por exemplo, se nas tubagens não fosse disponibilizado o fabricante, então a coluna do COBie referente ao fabricante não ia ser preenchida. Outro fator importante desta atualização é o facto de se poder alterar em qualquer altura um parâmetro, sem comprometer a restante informação.

Para o presente trabalho, quando se procedeu à escolha dos elementos que se pretendiam exportar, apenas se seleccionou aqueles que eram de interesse ao mesmo. Estes foram os equipamentos elétricos, as tubagens, a iluminação e os equipamentos referentes à rede de incêndios.

Depois das correções de todas as especialidades referidas no capítulo da modelação, procedeu-se à atualização de todos os dados pertinentes para a folha de cálculo COBie.

Por fim, surge a opção *export* que permite escolher quais são os separadores que pretendem ser exportados pelo Revit para as folhas de dados COBie. O COBie disponibiliza dez folhas padrão para o Revit que são: *Contact*, *Facility*, *Floor*, *Space*, *Zone*, *Component*, *System*, *Attribute* e *Coordinate*. Estas são automaticamente preenchidas com todos os dados que foram atualizados previamente no Revit e, como foi referido anteriormente, pode-se exportar apenas os separadores e a informação que se pretende.

Na Figura 3.513 é possível visualizar o menu *Export* com as opções para escolher o que se pretende que esteja presente na folha de cálculo, tal como foi referido anteriormente.

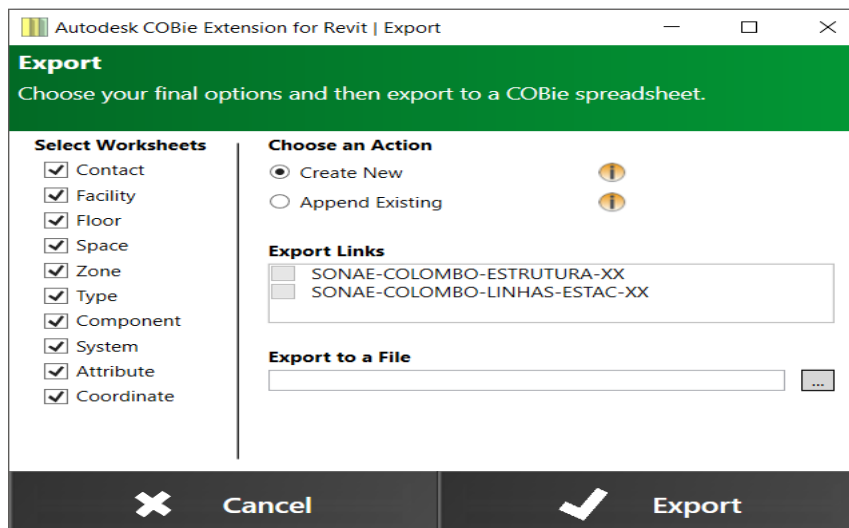


Figura 3.513 - Menu Export

Depois de todos os elementos terem as suas propriedades preenchidas, explicadas atrás, faz-se então a exportação para as folhas de dados. Esta extensão exporta toda a informação não-geométrica que está contida no modelo, para as folhas. No entanto, é importante mais uma vez salientar que existem muitos campos que têm de ser preenchidos manualmente. Para o presente trabalho, considerou-se os separadores: *contact*, *facility*, *floor*, *space*, *zone*, *type*, *componemt*, *system* e *coordinate*, todas estas informações são automaticamente preenchidas se os elementos a disponibilizarem. Para o presente trabalho, algumas das famílias não disponibilizavam toda esta informação e assim teve que se fazer o preenchimento manualmente. Logo que toda a informação esteja colocada faz-se a exportação, tal como foi explicado anteriormente.

A folha de dados exportada será a final, aquela que é efetivamente necessária para se proceder à gestão de instalações.

3.4.2 Vantagens da utilização do COBie associado ao Revit

O Revit, ao apresentar diversas funcionalidades, como a identificação de espaços, as informações das famílias, os espaços em que as famílias se encontram, a determinação do número de elementos específicos num modelo, a determinação de coordenadas destes elementos, entre outros, permite desde logo uma melhor compreensão de todo o modelo BIM. O COBie permite a exportação de todas estas informações contidas nas funcionalidades em cima referidas, poupando bastante tempo ao gestor de instalações.

Poder-se-á dizer que a adoção das metodologias explicadas na secção 2.1 e na secção 2.2 da presente dissertação, são de grande mais-valia, pois permitem a obtenção e transmissão de informação de forma rápida e eficaz. Se, por um lado o BIM

permite a visualização de um modelo em tempo real, o *Facilty Management* associado a este permite a realização de uma gestão de instalação também em tempo real.

Com o 2D não era possível fazer esta exportação, pois os elementos não passam de linhas no caso do CAD, ou seja, para se realizarem listas de quantidades seria um processo à parte.

Com estas novas tecnologias em que todos os elementos do projeto estão identificados com as suas respetivas propriedades, leva a que exista uma maior facilidade de recolha de informação. É importante, no entanto referir, que não é um processo de todo fácil, pois requer aprendizagem inicial e bastantes horas perdidas a descobrir as funcionalidades dos *softwares*. Depois de a aprendizagem estar concluída, aí sim, torna-se um processo mais rápido e mais vantajoso que os processos anteriores.

A grande vantagem é o facto de gerar folhas de dados com toda a informação disponível no modelo, organizando-a como foi explicado anteriormente, e servindo estas folhas de base para o gestor executar os processos de manutenção e operação da forma mais eficiente possível. A partir destas folhas é possível traçar planeamentos por forma a garantir uma correta gestão de instalações.

Dado toda a informação estar no modelo, é possível criar alertas para quando houver a necessidade de reparação ou substituição de um determinado elemento. Para que estes alertas sejam criados, cabe ao gestor de instalações, colocar a informação de quando é que um determinado elemento deve sofrer alterações ou não. Assim, como foi feito um trabalho prévio nos diversos elementos, ir-se-á saber a altura mais ou menos certa para realizar intervenções. Com a adoção destas metodologias é possível ter uma manutenção planeada, o que leva a que ocorram menos falhas.

3.4.3 Proposta para alterações no COBie

Ao longo de todo este processo, identificaram-se alguns pontos negativos nas folhas de dados do COBie. Desta forma decidiu-se apresentar neste ponto algumas opiniões acerca de possíveis melhorias.

Na folha de trabalho *Component* era pertinente que se colocasse uma coluna para se fazer referência à história de cada componente, pois iria ser uma mais-valia para a manutenção. Para isto teria que também ser acrescentado um campo no Revit para esta informação, pois não existe alusão ao mesmo. O que se propõe neste campo é que se coloque apenas informações respetivas a falhas e erros anteriores, num texto curto. Caso contrário iria ter-se enormes textos neste campo e não é isso que se pretende para estas folhas. Assim ajudava de uma forma positiva a avaliação do gestor de

instalações, quanto ao estado de um elemento, se se deveria manter a sua função ou não por exemplo.

Por fim, verificou-se que no Revit existe um campo para o *site* do fabricante, com ligação às fichas de especificação técnica do elemento, entre outros, enquanto no COBie não existe um campo para a colocação destes *links*. Sugere-se assim, que deveria existir um campo na folha *Type*, podendo ser denominado por *site* do fabricante, especificação do elemento, etc. Estes campos são muito importantes e facilitariam o trabalho do gestor de instalações quando existisse a necessidade de procurar algo sobre o equipamento, tornando-se assim numa enorme vantagem, e desta forma deveria ser exportado automaticamente do Revit para a folha de COBie.

Na Figura 3.524 demonstra-se uma possibilidade de como pode ser feita a introdução do *site* do fabricante na folha COBie.

The image shows a screenshot of the Revit software interface. On the left, the 'Identity Data' window is open, displaying various fields for a component. The 'URL' field is highlighted with a blue box, and a blue arrow points from it to the 'site fabricante' field in the COBie Type sheet below. The COBie Type sheet is a table with columns for various attributes, and the 'site fabricante' column is highlighted with a blue box. The data in the COBie Type sheet is as follows:

Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	Description	Manufacturer	ModelNumber	Warranty/Guarantee/Parts	PartSystem	ExtObject	ExtIdentifier	ReplacementCost	ExpectedLife	Area	Length	site fabricante
Pemsa Rq	n/a	2015/10/11	Cable Tray	http://www.pemsa-rejiband.com/wo-content/uploads/2015/10/11-rejiband.pdf	Pemsa	60212060	n/a	Autodesk	Cable Tray	22807582	10 €	2 anos	n/a	n/a	http://www.pemsa-rejiband.com/wo-content/uploads/2015/10/11-rejiband.pdf

Figura 3.524 - Sugestão de alteração na folha do COBie

Apesar destas notas de possível melhoria, a folha permite agregar um conjunto de informação que é bastante importante para o gestor de instalações, facilitando assim o trabalho do mesmo.

3.5 Estruturação do método proposto para alteração no COBie

Após a realização do presente trabalho, a modelação em BIM de uma instalação já existente e posteriormente a realização da sua gestão através de *softwares* FM, foi feito o levantamento dos passos necessários seguir, com o objetivo de estruturar a metodologia aplicada:

- i) Análise dos documentos fornecidos, verificando quais são pertinentes para o modelo BIM a desenvolver;
- ii) Avaliação do estado das telas finais, para verificar se estão idênticas à realidade presente na instalação ou se se encontram desatualizadas;
- iii) Se estiverem desatualizadas, traçar um método para atualização das mesmas, para facilitar a modelação em BIM (levantamento *in situ*, laser scanning, etc.);
- iv) Fazer um levantamento dos equipamentos e elementos presentes nas instalações, através de documentos ou de visitas às instalações;
- v) Procurar na internet junto aos sites dos fabricantes e sites BIM a disponibilidade dos mesmos em formato *Revit* (depois de toda a informação recolhida acerca dos equipamentos e elementos);
- vi) Analisar a informação disponibilizada pelos fabricantes e sites de objetos BIM e identificar as necessidades de mais informação para os objetivos do FM;
- vii) Em caso de faltar informação nos objetos, colocá-la manualmente logo numa fase inicial, para que todos os elementos tenham de início as informações necessárias para uma eficiente gestão da instalação. Assim, quando a modelação estiver efetuada não é necessário selecionar objeto a objeto para colocar a informação, o que levaria a uma perda de eficácia no processo. Desta forma, se se colocar toda a informação inicialmente, ter-se-á no fim da modelação um modelo pronto para fazer a gestão;
- viii) Modelação das diversas especialidades, baseada nas telas finais fornecidas ou nas telas finais atualizadas pelo gestor, ou através do levantamento por *laser scanning*, se assim houver disponibilidade (depois de colocada a informação nos objetos);
- ix) Deve criar-se um ficheiro BIM para cada especialidade para não tornar o modelo demasiado pesado;
- x) Terminada a modelação, deve proceder-se à correção dos erros das diversas especialidades, por exemplo através do *NAVISWORKS*;
- xi) Instalação da extensão COBie no *Revit*;

- xii) Preenchimento de forma automática dos parâmetros COBie, através da exportação dos dados presentes nas famílias *Revit*. Esta exportação é feita através da extensão instalada;
- xiii) Verificação dos parâmetros preenchidos automaticamente;
- xiv) Caso falem alguns parâmetros, fazer o preenchimento dos mesmos nos diversos elementos de forma manual;
- xv) Através da extensão, escolher quais são os parâmetros que se pretendem exportar para as folhas COBie;
- xvi) Exportação dos parâmetros para as folhas de dados;
- xvii) Verificação nas folhas COBie se está colocada toda a informação necessária para a correta gestão da instalação;
- xviii) A partir do passo xvii controlar as folhas COBie para que tudo esteja em conformidade com o que se pretende, verificando a necessidade de intervenções através da informação colocadas nas folhas e, sempre que necessário, fazer a atualização dos diversos elementos presentes no modelo. É apenas necessário atualizar o que está em falta, não existindo a necessidade de criar folhas, pois o COBie permite a atualização sobre as mesmas.

Quanto se pretende utilizar estas metodologias em conjunto é fundamental que toda a informação contida no modelo esteja disponível de forma sucinta e organizada para que se tenha um modelo constantemente atualizado e para que se realize uma correta gestão de uma instalação.

Com o BIM toda a informação de uma instalação irá estar contida num só modelo 3D paramétrico, permitindo não só acelerar o processo de partilha de informação entre os intervenientes do projeto, como também permite a incorporação de metodologias que permitem a automatização de processos, como é o caso do FM associado à extensão COBie ou a outros *softwares*.

Com o método proposto verificou-se algumas vantagens na adoção do BIM para a gestão de instalações:

- i) obtenção de uma base de informação toda ela unificada;
- ii) fornecimento de um manual para toda a zona modelada, modelos de equipamentos repletos de dados, permitindo uma maior flexibilidade para dar resposta a problemas de segurança;
- iii) planeamento de diversos cenários críticos.

Percebeu-se que a metodologia proposta, quando aplicada, pode traduzir uma eficiência significativa para o desenvolvimento de projetos, execução de projetos e gestão de projetos

É também possível planejar orçamentos, onde há uma justificação dos custos de reparação ou substituição de equipamentos, devido a informações como, idade dos equipamentos, a energia que consomem ou o tempo que necessitam para sofrerem manutenção.

4 Conclusões finais e desenvolvimentos futuros

4.1 Conclusões Finais

Ao longo dos últimos anos a engenharia civil passou por sérias dificuldades, desta forma o motivo principal que levou ao desenvolvimento da presente dissertação foi a necessidade de procurar outros caminhos que possam vir a ter um papel fulcral no futuro da engenharia civil levando à criação de novos empregos.

Como atualmente se tem cada vez mais em atenção à gestão de instalações e como o processo tradicional leva a que muita da informação se perca ao longo do tempo, propôs-se neste trabalho uma alternativa para que o mesmo se torne eficiente.

É importante referir que existe pouco conhecimento nas áreas abordadas neste trabalho e que é necessário alterar hábitos ao implementar estas tecnologias. Propõe-se que estas metodologias sejam divulgadas em conferências, em congressos, ao nível académico, entre outros, para que exista uma mudança de paradigma.

Com o crescimento do BIM, abrem-se novas portas na engenharia e na construção, tudo isto porque este conceito vem facilitar a comunicação entre os intervenientes. A associação do *Facility Management* a este conceito, terá enormes vantagens, pois existirá apenas um ambiente de trabalho, possibilitando que os profissionais trabalhem de forma mais eficaz e que se mantenham atualizados ao longo das diversas fases de processo.

A escolha da extensão do COBie para resolver o problema de como e quando é que a informação para a gestão de instalação deve ser recolhida melhora ainda mais a eficiência do FM. Fica assim demonstrado ao longo do presente trabalho que este assegura que o gestor de edifícios receba toda a informação pertinente para gerir uma instalação da forma mais completa e eficiente.

Rapidamente se apercebe que a adoção destas novas metodologias conduz a enormes benefícios, como um modelo tridimensional com elementos caracterizados, com a localização dos diversos elementos, com a possibilidade de integrar metodologias conjuntas como o BIM-FM, em que a recolha de informação começa logo desde a fase de projeto, permitindo assim que o gestor de instalações não tenha que colocar toda a informação no final.

É importante salientar que foram ainda propostas melhorias para a extensão COBie, no âmbito na presente dissertação. De facto, ao longo do trabalho desenvolvido, existiu uma grande evolução de “*know how*” relativamente à gestão de uma instalação, e foi sentido que alguns parâmetros deveriam ser adicionados ao COBie, para garantir que a informação que chega ao gestor de instalações, seja o mais completa possível.

É importante perceber que o BIM não se trata apenas de um modelo tridimensional e que não é um *software*, mas sim um conceito. É também importante referir que o BIM apresenta ainda muitas lacunas e erros pois trata-se de um conceito em crescimento, mas que sem dúvida alguma traz enormes benefícios para aqueles que o adotam.

É importante que empresas como a SIERRA Portugal continuem a fazer este tipo de trabalhos colaborativos com as universidades e outras entidades de investigação científica, como é o caso do LNEC, sendo uma mais valia evidente para os alunos, pois permite a interação com a realidade e assim favorece a aprendizagem.

Quanto ao FM o método tradicional consistia na catalogação de toda a informação dos elementos que estavam presentes no parque de estacionamento, tornando-se um trabalho à parte da modelação, sendo um processo mais moroso, pois tinha que se colocar toda a informação de forma manual, desde o número de tubagens, lâmpadas, garantias, fichas técnicas, etc.

Com a adoção desta metodologia em conjunto com o BIM, permitiu ter toda a informação contida num só modelo, ou seja, quando se realizou a modelação teve-se imediatamente em conta a gestão da instalação, colocando assim elementos com toda a informação possível.

O enorme contributo do BIM é o facto de apesar de se perder algum tempo a colocar a informação nos elementos que não vem disponibilizada pelos fabricantes, vai ter como vantagem o facto de esta estar prontamente disponibilizada numa fase mais avançada, permitindo gerar folhas com toda a informação pertinente para uma gestão eficaz.

Outro contributo do BIM prende-se no facto de que sempre que existir uma remodelação, ou uma expansão ou algo desse género, em que os materiais utilizados sejam os mesmo que foram utilizados para o resto do modelo (tubagens, iluminação, materiais cerâmicos, portas, etc.), basta proceder apenas à modelação e posteriormente à exportação dessa nova informação contida no modelo, sem existir a necessidade colocar novamente a informação em falta nos elementos, pois toda a informação já foi colocada uma vez e desta forma irá estar para sempre presente no mesmo, desde que o mesmo não seja eliminado.

Neste sentido, as horas perdidas na colocação da informação em falta nos elementos do modelo, vai compensar a longo prazo. Outro fator que torna vantajosa a adoção destas metodologias conjuntas, é o facto do BIM permitir uma exibição dos espaços de um projeto de uma forma simples, permitindo uma melhor gestão destes e facilitando os processos quando é necessário realizar mudanças no projeto, expansões, entre outras.

Com as metodologias anteriormente aplicadas, não se tinha em conta a atualização das telas finais muita das vezes, e isso verificou-se neste trabalho. Quando existia uma expansão muita das vezes não se catalogava todos os elementos colocados, ou muita das vezes existia muita perda de informação entre as diversas fases do projeto. Com a adoção destas metodologias conjuntas neste trabalho, tiram-se algumas ideias que tornam todo este processo muito mais vantajoso em relação ao tradicional.

Associando as duas metodologias, BIM e FM, obriga a que sempre que exista uma expansão ou remodelação a que o modelador ou o gestor de instalações atualizem o modelo, para que quando se realizar a gestão da instalação, a nova informação do modelo possa ser exportada devidamente e de forma correta. Como as metodologias se tornam um só, obriga a que tudo esteja sempre o mais atualizado possível e obriga a que todos os intervenientes tenham cuidado com a informação que é colocada no mesmo.

A adoção destas metodologias permite que deixe de existir tantas falhas devido à falta de manutenção, pois através destas é possível traçar planos de manutenção devidamente pensados, é possível colocar informação acerca de potenciais falhas ocorridas anteriormente, promover a criação de alertas acerca da iminente falha, prevenindo assim que voltem a acontecer num futuro.

Com toda a quantidade de informação no modelo BIM e a confiabilidade que essa informação traduz, tornam o BIM associado ao FM um processo economicamente viável, contudo só se verifica esta viabilidade se for traçado um plano estratégico de implementação dos conceitos.

Com o caso de estudo desenvolvido percebeu-se que apesar de todas estas vantagens estes conceitos são bastante complexos e requerem uma grande aprendizagem em diversas áreas. Esta aprendizagem pode vir a ser um problema ou não, na implementação destas novas tecnologias em diversas empresas em Portugal, pois é necessário investir e muitas das empresas não estão dispostas a tais riscos. Contudo, estas metodologias podem ter um papel importante como foi demonstrado ao longo de

toda a dissertação, onde podem tornar o trabalho mais eficiente e com custos mais baixos do que os métodos tradicionais aplicados.

Com todo o trabalho desenvolvido é importante dizer que a modelação foi um processo bastante moroso devido à falta de informação das telas finais. É importante que para se realizar uma transição correta do método tradicional para o BIM, que se atualize as plantas DWG, ou então se utilize o laser scanning, este último que tem custos bastante elevados e não está dentro das possibilidades de todas as empresas.

Para o estudo de caso realizado, é pertinente dizer que foi uma mais valia a integração destes conceitos, sugerindo-se que se complete o modelo do parque de estacionamento, bem como dos pisos superiores do centro comercial. Será um processo moroso, contudo a longo prazo irá traduzir enormes benefícios a todos os níveis de projeto para a SONAE SIERRA. Junto à SONAE fez-se uma abordagem com alguns intervenientes acerca da opinião entre estes novos conceitos e o método tradicional, concluindo-se que este processo era mais vantajoso, porque não só se tinha um modelo sempre atualizado, como se tinha toda a informação num só modelo. Tudo isto é uma enorme mais valia para a SONAE SIERRA, pois por vezes existem problemas com falta de informação, o que leva a atrasos em projeto, e conseqüentemente a um aumento de custos.

Analisando toda esta interação, sem dúvida que estas temáticas em conjunto são uma mudança de paradigma na engenharia civil, arquitetura, e na forma como o ciclo de vida de uma instalação é realizado. Cabe assim, aos utilizadores serem rigorosos de acordo com a finalidade a que cada modelo se destina, de forma a que estas temáticas sejam uma mais valia e não um problema, devido à falta de conhecimento e à má utilização das mesmas.

Para este caso de estudo pensou-se em colocar um *software* FM que permitia a gestão de uma instalação em tempo real. Existiam algumas escolhas no mercado, contudo, o facto de todas estas serem pagas foi um entrave à implementação deste no presente trabalho. Contudo, como se fez uma pesquisa acerca do funcionamento destas e das suas potencialidades, ir-se-á abordar neste subcapítulo pois achou-se pertinente falar um pouco acerca destes.

Estas ferramentas permitem a gestão em tempo real. Algumas destas aplicações são baseadas em ambientes de trabalho *online* onde aqui estão disponíveis diversas aplicações que se dedicam ao FM, outras impulsionam o formato COBie facilitando o processo de entrega ao longo de um ciclo de vida de um edifício, outras baseiam-se em módulos para a gestão em tempo real como: plano estratégico, onde se faz a

sincronização entre os bens da instalação e os planos traçados pelo gestor de instalações, reserva de espaços, manutenção da instalação e por fim a Asset Management que se dedica aos ativos.

Algumas das empresas detentoras destes *softwares* disponibilizam componentes que promovem a ligação entre o Revit e estas ferramentas que estão dedicadas à gestão de instalações, o que leva a que se crie uma ligação entre a informação que é gerada ao longo do projeto, e a manutenção e operação da instalação. Estas aplicações tornam o trabalho do gestor de instalações mais fácil, sincroniza toda a informação do modelo BIM com estas ferramentas que tem serviços *online* ajudam o gestor com as listagens, com o desenvolvimento de planos de manutenção, a preparação para cenários críticos, entre outros.

A automatização dos processos de construção e da gestão de instalações é um benefício para o setor da engenharia civil, arquitetura, etc., porque permite a visualização em três dimensões, permite compatibilizar erros, permite fazer a gestão de instalações, entre outros. Todos estes fatores conjugados conduzem à diminuição de custos e tempos.

No presente trabalho, procedeu-se à estruturação do método proposto, que pode servir de base para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

4.2 Desenvolvimentos Futuros

Para desenvolvimentos futuros, sugere-se que se consiga reduzir o tamanho dos modelos Revit, pois tornam-se muitas das vezes pesados e obrigam o utilizador a dividir o modelo em diversas especialidades.

Sugere-se que se comece por reduzir o tamanho das famílias, através da disponibilização de diversos LOD's para um elemento, ou seja, consoante a fase de projeto em que se está, poder-se-á escolher o equipamento que se pretende, mas com um LOD menor ou maior. Por exemplo se se tiver na fase de projeto o LOD vai ser menor do que o LOD da fase de gestão de instalação, assim sendo não há a necessidade de ter um objeto rico em informação numa fase inicial de projeto, pois este que vai ser mais pesado se tiver mais informação, tornando o modelo pesado logo desde início, sem necessidade alguma e dificultando o trabalho do modelador.

Neste sentido, o que se propõe é que os fabricantes e sites BIM disponibilizem os equipamentos nos diversos LOD's, permitindo assim ao utilizador fazer o *download* apenas do que pretende. Sugere-se que os LOD's disponibilizados possam ir do

LOD200 ao LOD500. Com a adoção desta medida é possível existir um LOD para cada interveniente do projeto, levando a que o utilizador possa escolher se quer mais ou menos informação, não estando sujeito apenas ao que existe, ou seja, a muita informação quando se pretende pouca, ou a pouca informação quando se pretende muita. Tudo isto pode vir tornar as diversas fases de projeto mais fáceis de realizar.

Relativamente ao BIM, é importante que os fabricantes comecem a ganhar uma maior sensibilidade para esta temática e que comecem a disponibilizar cada vez mais famílias de objetos.

É assim importante, que quando se pretenda desenvolver um projeto em BIM, que vá ser utilizado para a gestão de instalações, se tenha em atenção todos os fabricantes, pois se a informação (acabamentos, fichas técnicas, URL, garantias, etc.) for disponibilizada em formatos BIM será apenas necessária importá-la diretamente do fabricante e colocá-la no modelo, onde numa fase posterior se irão preencher automaticamente diversos campos dos parâmetros COBie. Com este preenchimento, deixa de ser necessário fazer a introdução manual de informação, levando a um ganho de tempo e minimizando a ocorrência de erros devidos ao fator humano.

Quando se faz a instalação da extensão COBie no Revit, são criados parâmetros COBie nos diversos equipamentos e elementos, onde o Revit faz o seu preenchimento através da informação disponibilizada pelo fabricante. Contudo, muitos dos parâmetros não são preenchidos, pois os parâmetros Revit e os parâmetros COBie apresentam nomes diferentes, o que obriga o utilizador a colocar alguma da informação manualmente. Sugere-se então que os parâmetros sejam disponibilizados com mais do que um nome, para que assim o Revit tenha um dicionário maior conseguindo associar mais parâmetros automaticamente.

Referências Bibliográficas

- AIA. (2008). Document E202 TM – 2008, (10), 1–9.
- Alves, S. (2011). Análise Comportamental Através da Interpretação Universidade Paulista, São Paulo. Dissertação de mestrado.
- Alves, A. (2008). SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO. Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade de Lisboa, dissertação de mestrado.
- Andrade, P.(2014). Avaliação de benefícios da integração do BIM nas operações de Facilities Management. Universidade Nova de Lisboa, dissertação de mestrado.
- Audrey, U. (2013). The Economics of BIM and added Value of BIM to the Construction Sector and Society. Universidade de São Paulo, dissertação de mestrado.
- BIMFORUM - <https://bimforum.org/lod/>, acessado a 15/01/2017. Website.
- Cerovsek, T. (2011). Advanced Engineering Informatics A review and outlook for a “ Building Information Model ” (BIM): A multi-standpoint framework for technological development, 25, 2010–2012. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2010.06.003>. Revista Advanced Engineering Informatics, Artigo de Revisão.
- Dores, D. (2014). Aplicação de conceitos de Facility Management em empreendimentos desportivos Engenharia Civil Júri. Universidade de Engenharia do Porto, dissertação de mestrado.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook.
- Flores, I., (2002). Estratégias de Manutenção em Fachadas de Edifícios, 47–58. Universidade do Porto, dissertação de mestrado.
- Fontes, A. (2014). Proposta de Sistema de Gestão da Manutenção de Edifícios Suportado por Ferramentas BIM. Instituto Superior Técnico, Lisboa, dissertação de mestrado.
- Freitas, J. (2014). Metodologia BIM – uma nova abordagem , uma nova esperança. Universidade do Porto, dissertação de mestrado.

Gamboa, M. (2015). Contribuição para o desenvolvimento de uma norma BIM nacional Adaptação da COBie a Portugal. Instituto Superior Técnico Lisboa, dissertação de mestrado.

GSA. BIM Guide for Facility Management, General Services Administration 1–5 (2011). <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Ifc, T., Model, B., & Feature, A. (2012). The IFC Building Model : A Look Under the Hood The IFC Building Model : AECBytes Feature, 1–8.

Lopes. J(2017). Joana Ferreirinha Rodrigues Lopes Interoperabilidade entre objetos BIM e a aplicação do ProNIC na especialidade de Instalações Prediais. Universidade Nova de Lisboa, dissertação de mestrado.

Lavy, S. (2013). Facility management practices in higher education buildings. Journal of Facilities Management. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1108/14725960810908163>.
Jornal de Facilities Management, artigo.

Lee, A., Wu, S., Marshall-Ponting, A., Aouad, G., Cooper, R., Tah, J. H. M., Abbott, C. & Barrett, P. S. (2005). nD Modelling Roadmap nD Modelling Road map :

Lopes, T. (2005). Fenómenos de pré-patologia em manutenção de edifícios aplicação ao revetimento ETICS. Universidade do Porto, dissertação de mestrado.

Madeira, F. (2011). Building Information Modeling Model - Oportunidades e Desafios para Projectistas e Donos de Obra em Portugal. Universidade Nova de Lisboa, dissertação de mestrado.

Marshall-Ponting, A. (2005). An nD modelling approach to improve communication processes for construction, 14, 311–321. Artigo de revisão.

Mauricio, F. (2011). Aplicação de Ferramentas de Facility Management à Manutenção Técnica de Edifícios de Serviços. Instituto Superior Técnico, Lisboa, dissertação de mestrado.

Monteiro, A. (2010). Avaliação da aplicabilidade do modelo IFC ao licenciamento automático de projetos de redes de distribuição predial de água, Universidade do Porto, dissertação de mestrado.

Moreira, L. (2015). Impacto Da Adoção De Bim Em Facility Management: Uma Classificação, (October 2016), 277–290. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20396/parc.v6i4.8634982>

NIBS. (2008). United States National Building Information Modeling Standard, version 1 - Part 1: Overview, principles, and methodologies.

- 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. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.174>
- Pheng, L., & Rui, Z. (2016). Service quality for facilities management in hospitals. *Service Quality for Facilities Management in Hospitals*, Dissertação de mestrado.
- Pina, H. (2015). Hugo Rafael Matos Pina Metodologia BIM na Gestão da Manutenção de uma Estação Elevatória.
- Price, I. (2012). The selfish signifier: Meaning, virulence and transmissibility in a management fashion. *International Journal of Organizational Analysis*, 20(3), 337–348. Artigo de revisão.
- Ribeiro, N. (2012). METODOLOGIA FACILITY MANAGEMENT APLICADA AO ESTÁDIO DO DRAGÃO. Universidade do Porto, dissertação de mestrado.
- Rodas, I. (2015). Aplicação da Metodologia BIM a Gestão de Edifícios. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, dissertação de mestrado.
- Rodrigues, R. (2001). Gestão de Edifícios: Modelo de Simulação Técnico-económico. Universidade do Porto, dissertação de mestrado.
- Schley, M. (2012). BIM for Facility Management Managing for the Building Lifecycle. *FM Systems*. Artigo de revisão.
- Silva, J. (2013). Princípios para o Desenvolvimento de Projeto com Recurso a Ferramentas BIM. Instituto Superior de Engenharia do Porto, dissertação de mestrado.
- Soares, J. (2013). A metodologia BIM-FM aplicada a um caso prático. Instituto Superior de Engenharia do Porto, dissertação de mestrado.
- Sousa, F. (2013). A evolução de um modelo BIM de construção para gestão de empreendimentos. Instituto Superior de Engenharia do Porto, dissertação de mestrado.
- Tavares, A.(2009). GESTÃO DE EDIFÍCIOS, Manual de reabilitação e Manutenção de Edifícios. Universidade de Aveiro, artigo de revisão.
- Witicovski, L., Emilia, L., & Garcia, P.(2009). A UTILIZAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL THE BIM UTILIZATION IN THE CIVIL CONSTRUCTION PROJECTS, 55(48). *Revista Iberoamericana de Engenharia Industria*, Artigo de revisão.
- WIKIBIM (2017) – BIM. Consultado em 10-04-2017. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/BIM>
- Youbim (2017). Consultado em 25/05/2017. Disponível em: <http://www.youbim.com/br/>

ANEXO I

Folhas de Dados COBie

Tabela I.1 - Folha de dados Contact COBie

Excel interface showing a spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
	Email	Company	Phone	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Department	OrganizationCode	GivenName	FamilyName	Street	PostalBox	Town	StateRegion	PostalCode	Country			
1																			
2	tomasfuzil@hotmail.com	ISEL	91671753	Autodesk	flfcPersonA	11d7bafc-	DEC	ISEL	Tomás	Fuzil	Rua Conseq	1	Lisboa	Lisboa	1959-007	Portugal			
3	pemsa.portugal@pemsa-rejband.com	Pemsa	+351 21 444 57 25	n/a	n/a	n/a	Warranty & Services	n/a	n/a	n/a	Centro	n/a	São Domir	Cascais	2785-543	Portugal			
4	VicEuro@victaulic.com	Victaulic	441 438 310 690	n/a	n/a	n/a	Warranty & Services	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Portugal			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			

Navigation bar: Instruction | Contact | Facility | Floor | Space | Zone | Type | Component | System | Assembly | Spare | Resource | Job | Impact | Document | Attribute | Coor ...

Tabela I.2 - Folha de dados Facility COBie

Excel interface showing the 'Facility' data table. The ribbon includes 'Ficheiro', 'Base', 'Inserir', 'Esquema de Página', 'Fórmulas', 'Dados', 'Rever', and 'Ver'. The ribbon tabs are 'Cortar', 'Copiar', 'Pincel de Formatação', 'Área de Transferência', 'Tipo de Letra', 'Alinhamento', 'Número', 'Formato Condicional', 'Formatar como Tabela', 'Estilos de Célula', 'Inserir', 'Eliminar', 'Formatar', 'Soma Automática', 'Preenchimento', 'Limpar', 'Ordenar e Filtrar', and 'Localizar e Selecionar'.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ProjectName	SiteName	LinearUnits	AreaUnits	VolumeUnits	CurrencyUnit	AreaMeasurement	ExternalSystem	ExternalProjectObject	ExternalProjectIdentifier	ExternalSiteObject	ExternalSiteIdentifier	ExternalFacilityObject	ExternalFacilityIdentifier	Description	ProjectDescription	
1																					
2	Centro Cortomasfuzil		2017-07-04	Dissertação	FM no BIM	Lisboa	Meters	Square Me	Cubic Met	Euro	Revit Defa	Autodesk R	lfcProject	38P\$HGra	lfcSite	38P\$HGra	lfcBuilding	38P\$HGra	Caso de E	Modelaçã	
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					

Navigation pane at the bottom shows: Instruction, Contact, Facility, Floor, Space, Zone, Type, Component, System, Assembly, Spare, Resource, Job, Impact, Document, Attribute, Cool ...

Tabela I.3 - Folha de dados Floor COBie Eletricidade

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description	Elevation	Height								
1																		
2	Piso -3	tomasfuzil	2017-07-04	Floor	Autodesk	Levels	caebf3df-1	Piso -3	70,5	3								
3	Piso -2	tomasfuzil	2017-07-04	Floor	Autodesk	Levels	ee71501f-4	Piso -2	73,5	3								
4	Piso -1	tomasfuzil	2017-07-04	Floor	Autodesk	Levels	5e04b81f-4	Piso -1	76,5	3								
5	Piso 0	tomasfuzil	2017-07-04	Floor	Autodesk	Levels	bf164d83-4	Piso 0	80	3,5								
6	Rede elétrica inferior piso -3	tomasfuzil	2017-07-04	Floor	Autodesk	Levels	c27f94f2-8	Rede a me	72,5	n/a								
7	Rede elétrica inferior piso -2	tomasfuzil	2017-07-04	Floor	Autodesk	Levels	c27f94f2-8	Rede a me	75,5	n/a								
8	Rede elétrica inferior piso -1	tomasfuzil	2017-07-04	Floor	Autodesk	Levels	c27f94f2-8	Rede a me	79	n/a								
9	Rede elétrica superior piso -3	tomasfuzil	2017-07-04	Floor	Autodesk	Levels	f18d8de6-	Rede a ma	72,8	n/a								
10	Rede elétrica superior piso -2	tomasfuzil	2017-07-04	Floor	Autodesk	Levels	f18d8de6-	Rede a ma	75,8	n/a								
11	Rede elétrica superior piso -1	tomasfuzil	2017-07-04	Floor	Autodesk	Levels	f18d8de6-	Rede a ma	79,3	n/a								
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		

Tabela I.5 - Folha de dados Floor COBie Rede de Incêndios

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description	Elevation	Height												
1																						
2	Piso -3	tomasfuzil@hotmail.cd	2017-09-0	Floor	Autodesk	fLevels	caebf3df-1	Piso -3	70,5	3												
3	Piso -2	tomasfuzil@hotmail.cd	2017-09-0	Floor	Autodesk	fLevels	ee71501f-	piso -2	73,5	3												
4	Piso -1	tomasfuzil@hotmail.cd	2017-09-0	Floor	Autodesk	fLevels	5e04b81f-	Piso -1	76,5	3												
5	Piso 0	tomasfuzil@hotmail.cd	2017-09-0	Floor	Autodesk	fLevels	bf164d83-	Piso 0	80	3,5												
6	Rede Incêndio Piso -3	tomasfuzil@hotmail.cd	2017-09-0	Floor	Autodesk	fLevels	c27f94f2-8	Rede de Ir	72,65	n/a												
7	Rede Incêndio Piso -2	tomasfuzil@hotmail.cd	2017-09-0	Floor	Autodesk	fLevels	c27f94f2-8	Rede de Ir	75,9	n/a												
8	Rede Incêndio Piso -1	tomasfuzil@hotmail.cd	2017-09-0	Floor	Autodesk	fLevels	c27f94f2-8	Rede de Ir	79,4	n/a												
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						

Tabela I.6 - Folha de dados Space COBie

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	FloorName	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	RoomTag	UsableHeight	GrossArea	NetArea									
1																						
2	Arrumo 1	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -3	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR1	n/a	28	28										
3	Arrumo 2	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -3	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR2	n/a	23,506	23,506										
4	Arrumo 3	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -3	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR3	n/a	33,580	33,580										
5	Arrumo 4	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -3	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR4	n/a	43,998	43,998										
6	Arrumo 5	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -2	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR5	n/a	39,109	39,109										
7	Arrumo 6	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -2	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR6	n/a	34,251	34,251										
8	Arrumo 7	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -1	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR7	n/a	23,92	23,92										
9	Arrumo 8	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -1	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR8	n/a	25,424	25,424										
10	Arrumo 9	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -1	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR9	n/a	15,12	15,12										
11	Arrumo 10	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -1	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR10	n/a	15,12	15,12										
12	Arrumo 11	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -1	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR11	n/a	27,6	27,6										
13	Arrumo 12	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -1	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR12	n/a	27,6	27,6										
14	Arrumo 13	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -1	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR13	n/a	23,14	23,14										
15	Arrumo 14	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -1	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR14	n/a	23,14	23,14										
16	Arrumo 15	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -1	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-AR15	n/a	47,24	47,24										
17	Ventilação 301	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -3	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-VENT301	n/a	42,14	42,14										
18	Ventilação 311	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -3	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-VENT311	n/a	39,200	39,200										
19	Ventilação 312	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -3	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-VENT312	n/a	39,2	39,2										
20	Ventilação 201	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -2	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-VENT201	n/a	42,14	42,14										
21	Ventilação 202	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -2	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-VENT202	n/a	42,14	42,14										
22	Ventilação 211	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -2	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-VENT211	n/a	39,200	39,200										
23	Ventilação 212	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -2	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-VENT212	n/a	39,200	39,200										
24	Ventilação 101	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -1	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-VENT101	n/a	42,14	42,14										
25	Ventilação 102	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -1	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-VENT102	n/a	42,14	42,14										
26	Ventilação 111	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -1	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-VENT111	n/a	39,200	39,200										
27	Ventilação 112	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -1	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-VENT112	n/a	39,2	39,2										
28	Bomb: Esg.	tomasfuzil	2017-07-0	n/a	Piso -3	n/a	Autodesk f	Rooms	abf60c39-BOMESG	n/a	56,98	56,98										
29																						
30																						
31																						

Tabela I.7 - Folha de dados Zone COBie

Excel interface showing the 'Folha de dados Zone COBie' table. The table has columns: Name, CreatedBy, CreatedOn, Category, SpaceNames, ExtSystem, ExtObject, ExtIdentifier, and Description. The data rows are highlighted in yellow, orange, and purple.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	SpaceNames	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description								
1																	
2	Circulação	tomasfuzil	2017-07-04	Circulation	Rooms_1	Autodesk	ifcZone	ebe7d82f-4	Zona de arrumos para aluguer ou armazenamento								
3	Ventilação	tomasfuzil	2017-07-04	Ventilation	Rooms_30	Autodesk	ifcZone	717d8503-	Ventilações do parque de estacionamento								
4	Bombagem	tomasfuzil	2017-09-05	Historical	fn/a	Autodesk	ifcZone	031d336c-	Zona de bombagem e esgotos								
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	

Tabela I.9 - Folha de dados Component COBie Rede de Incêndios

	Name	CreatedBy	CreatedOn	TypeName	Space	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	SerialNumber	InstallationDate	WarrantyStartDate	TagNumber	BarCode	AssetIdentifier	Area	Length
2	Flex Pipes tomasfuzil		2017-09-0	Flex Pipes	Piso -3	n/a	Autodesk	Flex Pipes	130aa317	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
3	Flex Pipes tomasfuzil		2017-09-0	Flex Pipes	Piso -3	n/a	Autodesk	Flex Pipes	130aa317	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
4	Flex Pipes tomasfuzil		2017-09-0	Flex Pipes	Piso -3	n/a	Autodesk	Flex Pipes	1523abac	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
5	Flex Pipes tomasfuzil		2017-09-0	Flex Pipes	Piso -3	n/a	Autodesk	Flex Pipes	88c21656	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
6	Flex Pipes tomasfuzil		2017-09-0	Flex Pipes	Piso -3	n/a	Autodesk	Flex Pipes	a4e67876	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
7	Flex Pipes tomasfuzil		2017-09-0	Flex Pipes	Piso -3	n/a	Autodesk	Flex Pipes	58e14856	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
8	Flex Pipes tomasfuzil		2017-09-0	Flex Pipes	Piso -3 Arrumo 3	n/a	Autodesk	Flex Pipes	58e14856	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
9	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	bd85e72f	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
10	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
11	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
12	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
13	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
14	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
15	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
16	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
17	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
18	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
19	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
20	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
21	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3 Arrumo 4	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
22	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
23	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
24	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
25	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
26	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
27	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
28	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
29	Pipe Accet tomasfuzil		2017-09-0	Pipe Accet	Piso -3	n/a	Autodesk	Pipe Accet	7d3351ca	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Tabela I.10 - Folha de dados System COBie

Excel interface showing a spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
1	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ComponentNames	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description																	
2	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes.Pipe	Autodesk	fPiping Sys	bd85e72f-	n/a																	
3	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipe Fitting	Autodesk	fPiping Sys	be1fa831-	n/a																	
4	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipe Fitting	Autodesk	fPiping Sys	be1fa831-	n/a																	
5	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
6	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes.Pipe	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
7	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
8	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
9	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes.Pipe	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
10	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipe Fitting	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
11	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes.Pipe	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
12	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipe Fitting	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
13	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes.Pipe	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
14	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipe Fitting	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
15	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes.Pipe	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
16	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipe Fitting	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
17	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
18	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipe Fitting	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
19	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes.Pipe	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
20	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipe Fitting	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
21	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes.Pipe	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
22	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipe Fitting	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
23	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes.Pipe	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
24	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipe Fitting	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
25	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes.Pipe	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
26	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipe Fitting	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
27	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes.Pipe	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
28	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipe Fitting	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	
29	Piping Sys	tomasfuzil	2017-09-0	n/a	Pipes.Pipe	Autodesk	fPiping Sys	82b26efe-	n/a																	

Tabela I.11 - Folha de dados Document COBie

Guardar Automaticamente Rede_elétrica.xlsx - Excel Tomás Fuzil

Ficheiro Base Inserir Esquema de Página Fórmulas Dados Reverter Ver Diga-me o que pretende fazer

Cortar Copiar Pincel de Formatação Colar Área de Transferência Tipo de Letra Alinhamento Número Formatação Condicional Formatar como Tabela Estilos de Célula Inserir Eliminar Formatar Células Soma Automática Preenchimento Limpar Ordenar e Filtrar Localizar e Selecionar Edição

B2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ApprovalBy	Stage	SheetName	RowName	Directory	File	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description	Reference									
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								
31																								

Pronto

Tabela I.12 - Folha de dados Attribute COBie

	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	SheetName	RowName	Value	Unit	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description	AllowedValues
128	Computatit	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Floor	Rede elétr	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	-1006939	n/a	n/a
129	Computatit	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Floor	Rede elétr	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	-1006939	n/a	n/a
130	Computatit	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Floor	Rede elétr	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	-1006939	n/a	n/a
131	Computatit	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Floor	Rede elétr	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	-1006939	n/a	n/a
132	Computatit	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Floor	Rede elétr	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	-1006939	n/a	n/a
133	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	ingenieria	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378338	n/a	n/a
134	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	ingenieria	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378338	n/a	n/a
135	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	ingenieria	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378338	n/a	n/a
136	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	ingenieria	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378338	n/a	n/a
137	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	ingenieria	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378338	n/a	n/a
138	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	ingenieria	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378338	n/a	n/a
139	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	ingenieria	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378338	n/a	n/a
140	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	34 918023	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378339	n/a	n/a
141	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	34 918023	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378339	n/a	n/a
142	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	34 918023	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378339	n/a	n/a
143	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	34 918023	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378339	n/a	n/a
144	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	34 918023	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378339	n/a	n/a
145	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	34 918023	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378339	n/a	n/a
146	Contacto -	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	34 918023	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378339	n/a	n/a
147	Continous	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378650	n/a	n/a
148	Continous	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378650	n/a	n/a
149	Continous	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378650	n/a	n/a
150	Continous	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378650	n/a	n/a
151	Continous	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378650	n/a	n/a
152	Continous	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378650	n/a	n/a
153	Continous	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378650	n/a	n/a
154	Continous	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378650	n/a	n/a
155	Continous	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378650	n/a	n/a
156	Continous	tomasfuzil	2017-07-0	Approved	Type	Cable Tray	n/a	n/a	Autodesk	Autodesk.f	1378648	n/a	n/a

Tabela I.13 - Folha de dados Coordinate COBie

Excel interface showing the 'Coordinate COBie' data table. The table has 29 rows and 20 columns. The columns are: Name, CreatedBy, CreatedOn, Category, SheetName, RowName, CoordinateXAxis, CoordinateYAxis, CoordinateZAxis, ExtSystem, ExtObject, ExtIdentifier, ClockwiseRotation, ElevationalRotation, YawRotation, and several empty columns (P-X).

1	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	SheetName	RowName	CoordinateXAxis	CoordinateYAxis	CoordinateZAxis	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	ClockwiseRotation	ElevationalRotation	YawRotation	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
2	Levels_Lowe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-lowerleft	Floor	Levels	0	0	0	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
3	Levels_Uppe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-upperright	Floor	Levels	0	0	0	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
4	Levels_Lowe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-lowerleft	Floor	Levels	0	0	0	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
5	Levels_Uppe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-upperright	Floor	Levels	0	0	0	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
6	Levels_Lowe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-lowerleft	Floor	Levels	36,6182	234,7126	75,775	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
7	Levels_Uppe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-upperright	Floor	Levels	36,8773	235,1391	75,825	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
8	Levels_Lowe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-lowerleft	Floor	Levels	0	0	0	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
9	Levels_Uppe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-upperright	Floor	Levels	0	0	0	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
10	Levels_Lowe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-lowerleft	Floor	Levels	-591,9461	-30,5746	72,0711	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
11	Levels_Uppe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-upperright	Floor	Levels	1,5383	229,4226	72,225	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
12	Levels_Lowe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-lowerleft	Floor	Levels	-4,7197	228,7976	74,875	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
13	Levels_Uppe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-upperright	Floor	Levels	-4,2242	229,4226	75,1	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
14	Levels_Lowe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-lowerleft	Floor	Levels	9,7173	234,8802	78,5711	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
15	Levels_Uppe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-upperright	Floor	Levels	10,0258	235,1802	78,725	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
16	Levels_Lowe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-lowerleft	Floor	Levels	-10,5241	229,0764	72,065	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
17	Levels_Uppe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-upperright	Floor	Levels	-10,5241	229,5029	72,3366	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
18	Levels_Lowe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-lowerleft	Floor	Levels	-1,4501	229,0764	75,065	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
19	Levels_Uppe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-upperright	Floor	Levels	-1,0236	229,5029	75,3366	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
20	Levels_Lowe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-lowerleft	Floor	Levels	6,4112	229,0764	78,675	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
21	Levels_Uppe	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-upperright	Floor	Levels	6,5112	229,5029	78,9	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
22	Rooms_1_Lc	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-lowerleft	Space	Rooms_1	-10,5241	293,7726	72,8	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
23	Rooms_1_Ur	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-upperright	Space	Rooms_1	-2,5241	297,2726	76,8	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
24	Rooms_301	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-lowerleft	Space	Rooms_301	15,1759	297,4726	72,8	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
25	Rooms_301	tomasfuzil@h	2017-07-04T	Box-upperright	Space	Rooms_301	24,9759	301,7726	76,8	Autodesk Rev	Autodesk Rev	Autodesk Rev	0	0	0									
26																								
27																								
28																								
29																								

Tabela I.14 - Folha de dados Picklist COBie

Category Floor	Category Impact	Category Issue	Category Job	Category Product	Category Resource	Category Role	Category Space	Category Zone
		Installation	Safety	23-11 11 11 13 Stabilizing Ground Grouted Anchors		34-11 00 00 Management Roles	13-13 00 00 Void Areas	
		RFI	ShutDown	23-11 11 11 15 Stabilizing Ground Plate Anchors		34-11 10 00 Strategic Management Roles	13-13 11 00 Light Well	
		Safety	StartUp	23-11 11 11 17 Stabilizing Ground Rock Bolts		34-11 10 11 President	13-13 10 00 Air Shaft	
		Specification	Testing	23-11 11 11 19 Stabilizing Ground Rock Anchors		34-11 10 11 11 Vice President	13-13 15 00 Occupant Void Area	
			Trouble	23-11 11 11 21 Stabilizing Ground Anchor Tiebacks		34-11 10 14 Chairperson	13-15 00 00 Wall Spaces	
				23-11 11 13 Earth Reinforcement Anchors		34-11 10 17 Board Member	13-15 11 00 Exterior Wall Space	
				23-11 11 13 11 Earth Reinforcement Soil Nails		34-11 20 00 Operational Management Roles	13-15 13 00 Interior Wall Space	
				23-11 13 00 Ground Improvement Products		34-11 20 11 Executive	13-17 00 00 Encroachment Spaces	
				23-11 13 11 Soil Stabilization Products		34-11 20 14 Officer	13-17 11 00 Interior Encroachment	
				23-11 13 11 11 Soil Stabilization Injectable Chemicals		34-11 20 17 Director	13-17 13 00 Perimeter Encroachment	
				23-11 13 11 13 Soil Stabilization Pressure Grouting		34-11 20 21 Manager	13-21 00 00 Parking Spaces	
				23-11 13 11 15 Ground Freezing Soil Stabilization		34-11 20 24 Supervisor	13-21 11 00 Exterior Parking Spaces	
				23-11 13 11 17 Soil Stabilization Fills		34-11 20 27 Coordinator	13-21 11 11 Exterior Parking Circulation	
				23-11 13 11 17 11 Soil Stabilization Fill Blocks		34-11 20 31 Scheduler	13-21 11 13 Exterior Parking Access Control Point	
				23-11 13 11 17 13 Soil Stabilization Compressible Fill		34-11 20 34 Project Lead	13-21 11 15 Exterior Parking Stall	
				23-11 13 11 19 Other Soil Stabilizations		34-20 00 00 Development Roles	13-21 13 00 Interior Parking Spaces	
				23-11 13 11 21 Piped Field Drainage		34-20 11 00 Design Roles	13-21 13 11 Interior Parking Ramp and Circulation	
				23-11 13 11 21 11 Field Drainage Land Drainage Pipes		34-20 11 11 Architect	13-21 13 13 Interior Parking Access Control Point	
				23-11 13 11 23 Field Drainage Blocks		34-20 11 21 Engineer	13-21 13 15 Interior Parking Stall	
				23-11 13 11 25 Field Drainage Geocomposite Drains		34-20 11 31 Designer	13-21 13 17 Interior Vehicle Service Space	
				23-11 13 11 25 11 Field Drainage Geocomposite Edge Drains		34-20 11 41 Specifier	13-23 00 00 Facility Service Spaces	
				23-11 13 11 25 13 Field Drainage Geocomposite In Place Wall Drains		34-20 21 00 Planning Roles	13-23 11 00 Vertical Penetration	
				23-11 13 11 27 Geotextile Subsurface Drainage Filtration		34-20 21 11 Planner	13-23 11 11 Mechanical Circulation	
				23-11 15 00 Sheeting and Revelements		34-20 21 14 Cost Estimator	13-23 11 11 Elevator Shaft	
				23-11 15 11 Sheeting Geosynthetics		34-20 21 17 Scheduler	13-23 11 11 13 Elevator Pit	
				23-11 15 11 11 Sheeting Geotextiles		34-20 31 00 Surveyor	13-23 11 11 15 Elevator Cab	
				23-11 15 11 13 Sheeting Geogrids		34-20 41 00 Contract Administrator	13-23 11 11 17 Elevator Machine Room	
				23-11 15 11 15 Sheeting Geomembranes		34-20 51 00 Observational Roles	13-23 11 11 19 Dumbwaiter	
				23-11 15 11 17 Sheeting Geocomposites		34-20 51 11 Reviewer	13-23 11 11 21 Escalator	
				23-11 15 11 19 Sheeting Mulch Control Netting		34-20 51 14 Review Board	13-23 11 11 23 Freight Elevator	
				23-11 15 11 21 Sheeting Synthetic Erosion Controls		34-20 51 17 Inspector	13-23 11 13 Stairway	
				23-11 15 11 23 Sheeting Re vegetation Mats		34-20 51 21 Observer	13-23 11 13 11 Egress Stairway	
				23-11 15 11 25 Sheeting Turf Reinforcement Mats		34-35 00 00 Execution Roles	13-23 11 13 13 Tenant Stairway	
				23-11 15 13 Revetments		34-35 10 00 Procurement Roles	13-23 11 15 Monumental Stair	
				23-11 15 13 11 Revetment Soil Blankets		34-35 10 11 Manufacturer	13-23 11 17 Ramp	
				23-11 15 13 13 Pool Revelements		34-35 10 14 Fabricator	13-23 11 19 Chimney	
				23-11 15 13 15 Trench Revelements		34-35 10 17 Distributor	13-23 11 21 Chute	
				23-11 15 13 17 Revetment Rock Linings		34-35 10 21 Supplier	13-23 11 23 Service Riser Space	
				23-11 15 13 19 Revetment Ripraps		34-35 10 21 11 Product Representative	13-23 11 23 11 Power Distribution Riser	
				23-11 17 00 Retention Structures		34-35 10 24 Buyer	13-23 11 23 13 Information Signal Distribution Riser	

ANEXO II

PLANTAS

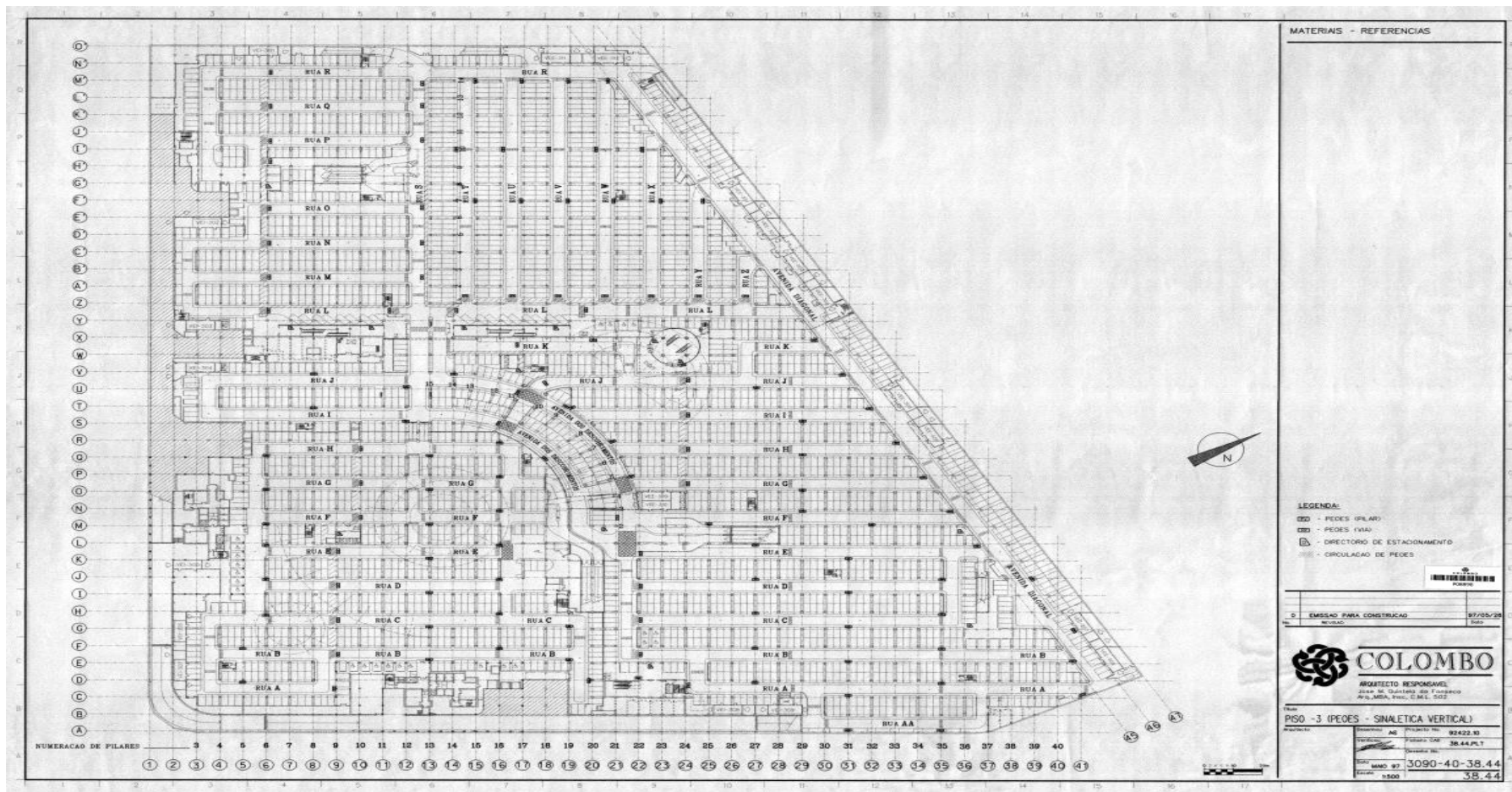


Figura II.1 - Planta Piso -3

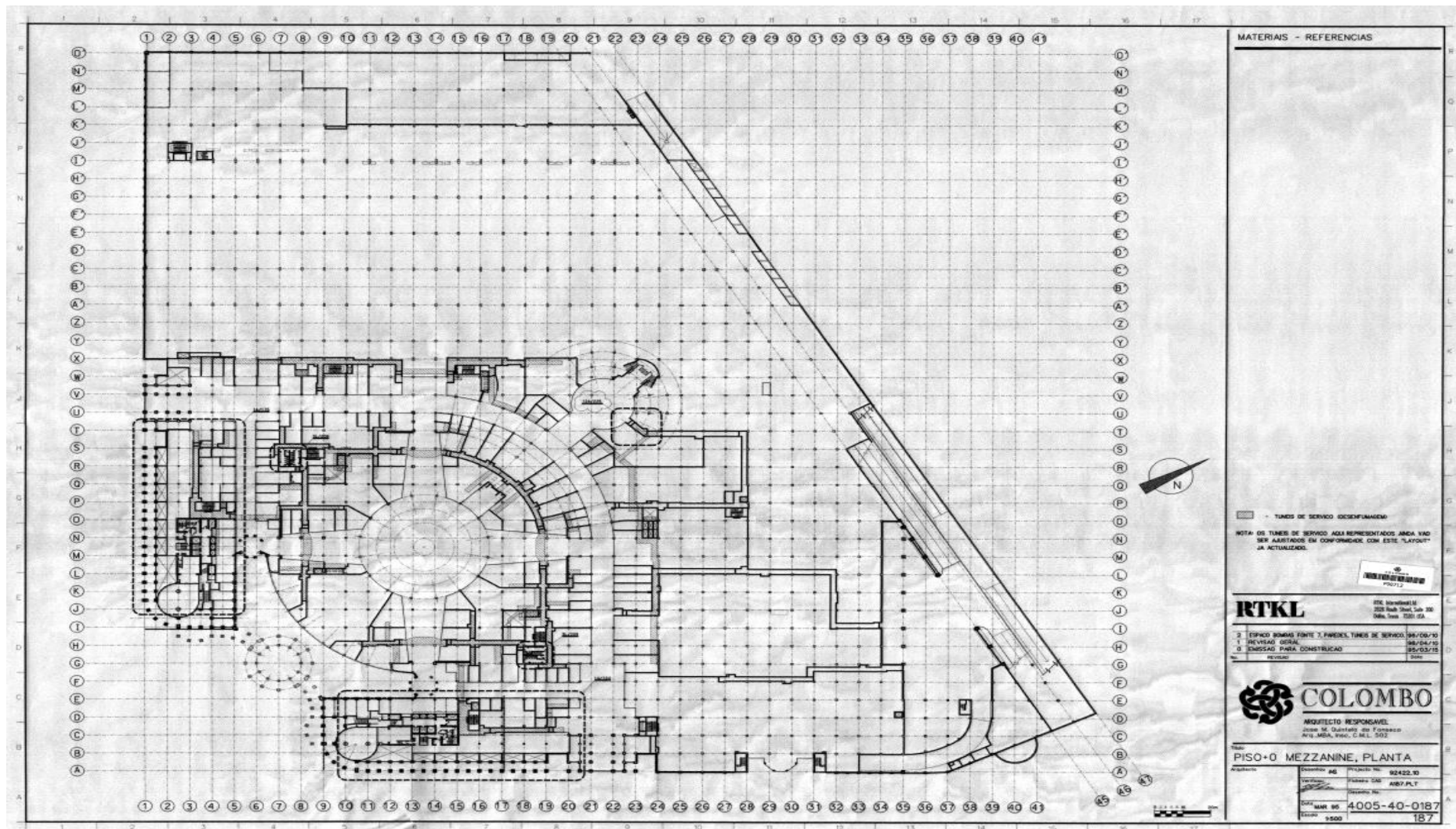


Figura II.2 - Planta Piso 0

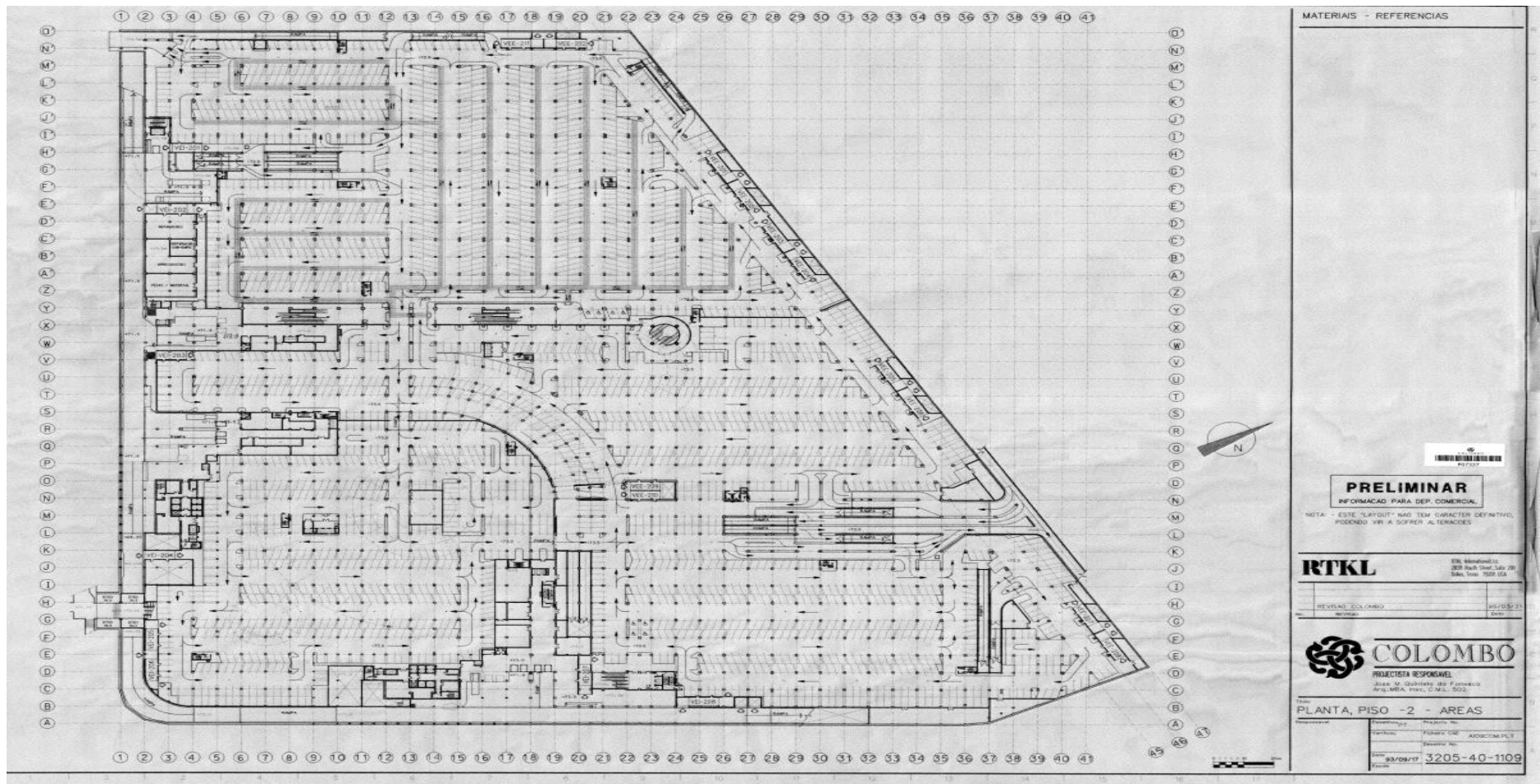


Figura II.1 - Planta Piso -2

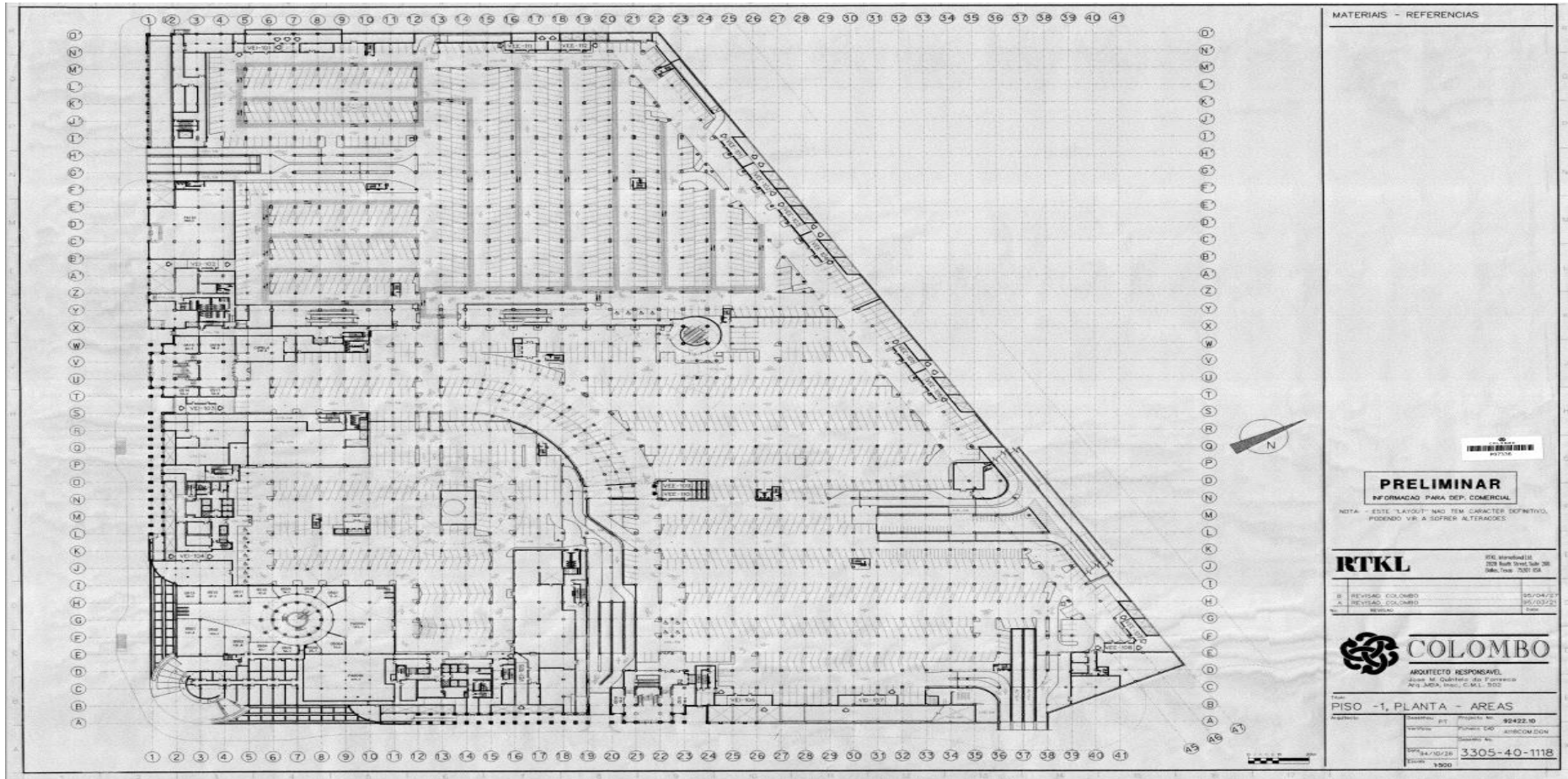


Figura II.2 - Planta piso -1