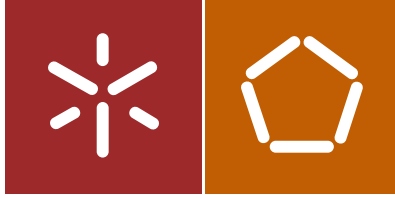


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ana Filipa Quintela da Silva

Classificação e organização de objetos
BIM e sua aplicação em modelos 4D&5D



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ana Filipa Quintela da Silva

Classificação e organização de objetos
BIM e sua aplicação em modelos 4D&5D

Dissertação de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia Civil

Trabalho efectuado sob a orientação de
Professor Doutor João Pedro Pereira Maia Couto
Engenheiro Francisco Reis

*“Happiness does not come from
doing easy work but from the
afterglow of satisfaction that comes
after the achievement of a difficult
task that demanded our best”*
Theodore Isaac Rubin

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à Universidade do Minho e à Efacec- Engenharia e Sistemas, SA, pela oportunidade de realizar este trabalho em ambiente empresarial, permitindo obter um enriquecimento pessoal e profissional que neste momento não seria possível sem esta parceria. Nesta fase é importante manifestar a importância desta colaboração entre empresas e a Universidade, para que futuramente se possa continuar a desenvolver este tipo de projetos.

Ao meu orientador Professor João Pedro Couto, pela oportunidade de realizar esta dissertação em contexto empresarial e por toda a orientação e disponibilidade ao longo desta dissertação.

Ao meu supervisor na empresa, Engenheiro Francisco Reis, um agradecimento especial por todo o apoio, paciência, interesse, motivação e entusiasmo pelo tema abordado. Todo o seu conhecimento sobre a metodologia BIM e a indústria da construção relevaram-se imprescindíveis na elaboração desta dissertação.

Um agradecimento especial a todos os colaboradores da empresa Efacec Engenharia e Sistemas, SA – Departamento de Projeto Divisão Águas - Unidade Ambiente, pelo acolhimento, apoio e disponibilidade ao longo dos últimos meses. De maneira especial quero agradecer à Eng^a Luísa Pinto por toda a ajuda, disponibilidade e compreensão.

A todos os meus colegas e amigos, em especial José Miguel Matos, Joana Ferreira, Inês Estudante, Andreia Lucas, Joana Silva, Vânia Silvestre, Joana Almeida, Eduarda Macedo, André Lopes, João Fernandes, Bruna Sampaio, Pedro Vieira, Margarida Araújo, André Lima, Barbara Castro.

À minha família, especialmente aos meus pais, irmão e avó por todo o esforço, suporte, compreensão e motivação ao longo de todo o período académico.

Por fim, um agradecimento especial ao Bruno Ribeiro, por todos os momentos passados em conjunto, pela sua confiança, amor, ajuda, motivação e compreensão ao longo de todo o percurso académico.

RESUMO

As tecnologias da informação tem vindo a evoluir de uma forma bastante significativa ao longo dos anos, afetando todos os sectores, incluindo o sector AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção). O BIM (*Building Information Modeling*) é uma consequência desta evolução dos sistemas de informação e tem-se apresentado como uma tecnologia promissora para o setor AEC. Esta metodologia BIM tem vindo a ganhar maior protagonismo no setor da construção devido às grandes potencialidades que pode oferecer aos diversos utilizadores, permitindo a execução de projetos mais detalhados, produção de informação relevante, redução de erros, omissões e conflitos e por fim permite uma otimização no planeamento e custos do projeto.

Por vezes o BIM é entendido apenas como uma representação visual com intuito de gerar vistas automáticas. Contudo, é importante destacar que modelar BIM é modelar toda a informação apropriada para que possa ser usado durante todo o ciclo de vida de um edifício. Dada a grande quantidade de informações que o sector AEC pode gerar, é necessário que esta informação esteja organizada e padronizada de modo a alcançar a sua gestão eficaz. Deste modo, surgem os sistemas de classificação, que são metodologias de uniformização, organização e partilha da informação.

O presente trabalho, tem como objetivo o estudo sobre os sistemas de classificação existentes e entender de que forma estes podem ser úteis, na organização da informação de todo o projeto para posterior utilização na gestão da construção.

Este trabalho foi realizado em contexto empresarial, na empresa Efacec - Engenharia e Sistemas, SA, que possui vários modelos BIM de ETAR (Estação de Tratamento de Águas Residuais). Para alcançar os objetivos pretendidos com este trabalho foram utilizados modelos disponibilizados pela empresa. Para além do estudo e aplicação dos sistemas de classificação existentes, foi desenvolvida uma taxonomia para a empresa, de modo a servir as necessidades desta tendo em conta a organização de toda a informação das disciplinas de construção civil e sistemas, para utilização nas fases de planeamento e custos.

Palavras-chave: *Building Information Modeling* (BIM), Sistemas de Classificação; Planeamento da Construção (BIM 4D), Custos (BIM 5D), ETAR.

ABSTRACT

Information technology has been developing in a very significantly way over the years, affecting all sectors, including the AEC sector (Architecture, Engineering and Construction). BIM (Building Information Modeling) is a consequence of this evolution of information systems and has presented as a promising technology for the AEC industry. This BIM methodology has gained a major role in the construction sector due to the great potential that this can provide multiple users, allowing the execution of more detailed designs, relevant information production, reducing errors, omissions and conflicts, and finally allowing an optimization in planning and project costs.

Sometimes BIM is understood only as a visual representation with the objective of automatic views. However it is important to note that BIM modeling is to model all the appropriate information so it can be used throughout the life cycle of a building. Given the large amount of information that the AEC sector can generate, it is necessary that this information is organized and standardized so as to achieve its efficient management. In this sense the classification systems appear, which are methods of standardization and organization, information sharing.

This work aims to study the existing classification systems and understand how these can be helpful in organizing information for the entire project for later use in construction management (4D and 5D).

This work was created in a company context, as part of Efacec-Engenharia e Sistemas, SA, which has several 3D models of WWTP (Wastewater Treatment Plant). So these models will be used to achieve the intended goals. In addition to the study and application of the existing classification systems, a taxonomy has been developed for the company in order to serve its needs into account the organization of all the information of the construction of disciplines and systems, to use in the planning stages and costs.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), Classification Systems; Construction Planning (BIM 4D), Costs (BIM 5D), ETAR.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE GERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xv
SIGLAS E ACRÓNIMOS	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos da dissertação	2
1.3 Organização da dissertação e Metodologia de investigação	3
2. ESTADO DA ARTE	7
2.1 Uso da Informação no sector AEC	7
2.2 <i>Building Information Modeling</i>	8
2.3 <i>Level Of Development (LOD)</i>	9
2.4 Uso do BIM na gestão da construção	11
2.4.1 Visualização e coordenação	11
2.4.2 Planeamento BIM 4D	12
2.4.3 Custos BIM 5D	14
2.5 Teoria dos sistemas de classificação na construção	15
2.5.1 Introdução	15

2.5.2	Normas ISO (<i>International Organization for Standardization</i>)	17
2.5.3	CI/CfB (Construction Indexing Manual/Samorbetskomiteen for Byggnadsfrsgor).....	27
2.5.4	EPIC (European Production Information Co-operation)	29
2.5.5	CAWS (Common Arrangement of Work Sections)	30
2.5.6	Uniclass (Unified Classification for the Construction Industry)	32
2.5.7	Masterformat	38
2.5.8	Unifomat	42
2.5.9	Omniclass.....	45
3.	FUNÇÃO E APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO.....	51
3.1	Introdução.....	51
3.2	Comparação entre os Sistemas de Classificação Internacionais	51
3.3	Aplicação dos sistemas de classificação internacionais em projetos no âmbito do 4D&5D.....	56
3.4	efaClass’	64
3.4.1	Estrutura da efaClass’	66
3.4.2	Relação com outros sistemas	70
4.	GESTÃO DA CONSTRUÇÃO ATRAVÉS DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO	73
4.1	Introdução.....	73
4.2	Descrição do Projeto	74
4.3	Requisitos de informação do projeto para o modelo 3D	78
4.3.1	Modelação da Informação Objetos BIM.....	79

4.3.2	Sistemas de Classificação	80
4.3.3	Modelação dos Sistemas MEP	80
4.4	Processo de elaboração do modelo 4D e 5D.....	81
4.4.1	Exportação do modelo	83
4.4.2	Deteção de Conflitos	84
4.4.3	Extração de quantidades	85
4.5	Planeamento da construção/Modelo 4D	88
4.5.1	Tarefas	89
4.5.2	Planeamento e Simulação.....	91
4.6	Modelo 5D	93
4.6.1	Elaboração do modelo 5D	93
4.6.2	<i>Output</i> do modelo 5D	95
4.7	Recomendação do uso dos sistemas de classificação na indústria da construção	96
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS	99
5.1	Considerações Finais	99
5.2	Perspetivas Futuras	101
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
	ANEXOS	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Índice de produtividade entre o sector da construção e a economia (UK) [3].	1
Figura 2. Processo desenvolvido na 1ª fase.	4
Figura 3. Linhas de comunicação do projeto [12].	8
Figura 4. Valor associado ao processo construtivos na prática usual e na situação ideal [2].	8
Figura 5. Dimensões do conceito BIM [14].	9
Figura 6. Comparação visual dos diferentes níveis do conceito LOD [15].	11
Figura 7. Projeto e Processo de Estimativa de Custos [24].	14
Figura 9. Classificação faceteada [32].	16
Figura 8. Classificação enumerativa [32].	16
Figura 10. Recursos empregues no ciclo do processo construtivo [34].	19
Figura 11. Proposta de classificação pela ISO TR14177 [34].	19
Figura 12. Classes do processo construtivo e a sua relação [35].	23
Figura 13. Hierarquia das tabelas do Uniclass 2015 [43].	36
Figura 14. Tabelas Uniclass 2015, estado e publicação [43].	38
Figura 15. MasterFormat 2014 [46].	40
Figura 16. Composição do código MasterFormat.	42
Figura 17. Uniformat 2010 adaptado, [50].	43
Figura 18. Descrição Preliminar dos Projetos e Estimativas de Custos [49].	44
Figura 19. Tabelas Omniclass.	46
Figura 20. Hierarquia do sistema de classificação Uniformat no <i>software</i> Revit.	58
Figura 21. Hierarquia do sistema de Classificação MasterFormat no <i>software</i> Revit.	58

Figura 22. Associação dos sistemas Unifomat e Masterformat.....	59
Figura 23. Comparação da organização do MasterFormat entre os dois <i>softwares</i> em causa.	60
Figura 24 Quantidades, estimativa de custos e planeamento segundo o MasterFormat.....	61
Figura 25. Associação dos sistemas Unifomat e MasterFormat no Navisworks.....	61
Figura 26. Processo de implementação e teste da taxonomia.	66
Figura 27. Modelo de importação dos sistemas no Navisworks.....	67
Figura 28. Representação de um sistema que pertence a dois edifícios.	68
Figura 29. Proposta da organização da Informação de uma ETAR.....	68
Figura 30. Correlação entre diferentes sistemas.	71
Figura 31. Comunicação entre <i>softwares</i>	73
Figura 32. Processo de tratamento da ETAR.	76
Figura 33. Organização da informação nos dois <i>software</i> , nomeadamente Revit e Navisworks.	80
Figura 34. Criação dos sistemas da ETAR no software Revit.	81
Figura 35. Processo da informação utilizado.	82
Figura 36. Componente estrutural (caixa de visita) e tubagem.....	85
Figura 37. Interferência entre tubagens.....	85
Figura 38. Interferência entre o reservatório e a tubagem.	85
Figura 39. Estrutura organizacional para extração de quantidades do Navisworks.....	87
Figura 40. Quantidades extraídas do Navisworks.....	88
Figura 41. Comparação do nível de detalhe entre os diferentes planos de trabalhos.	90
Figura 42. Processo de criação do modelo 4D adotado nesta dissertação.	91

Figura 43. Níveis inerentes ao faseamento construtivo.....	92
Figura 44. Visualização 3D e 2D de um elemento.....	92
Figura 45. Simulação do faseamento construtivo.....	93
Figura 46. Associação de custos às quantidades através do código efaClass'.....	94
Figura 47. Processo para o estudo dos custos do projeto.	95
Figura 48. Resumo de custos da construção civil.....	96
Figura 49. Resumo de custo de sistemas.	96
Figura 50. Lista de quantidades e preços da construção civil baseada na efaClass'	109
Figura 51. Lista de quantidades e preços de sistemas baseada na efaClass'.....	112

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Princípios de especialização das tabelas ISO 12006-2 [35].	24
Tabela 2. Títulos das Tabelas ISO 12006-2 – Estrutura de Classificação da Informação na Indústria da Construção [35].	25
Tabela 3. Títulos das Tabelas ISO 12006-2 – Estrutura de Classificação da Informação na Indústria da Construção (Continuação).	26
Tabela 4. Títulos das Tabelas ISO 12006-2 – Estrutura de Classificação da Informação na Indústria da Construção (Continuação).	27
Tabela 5. Comparação e correlação entre os sistemas de classificação internacionais.	53
Tabela 6. Correlação entre os sistemas Uniclass e Omniclass com base na ISO 12006-2.....	54
Tabela 7. Classificação segundo os 3 sistemas.....	63
Tabela 8. Organização base da taxonomia efaClass' (Construção Civil).	69
Tabela 9. Organização base da taxonomia efaClass' (Sistemas).	69
Tabela 10. Hierarquia Organizacional do Betão segundo a efaClass'.	70
Tabela 11. Hierarquia Organizacional do <i>Piping</i> segundo a efaClass'.	70
Tabela 12. Fases de tratamento da ETAR em estudo.	74
Tabela 13. Edifícios da ETAR.....	75

SIGLAS E ACRÓNIMOS

2D – Bidimensional

3D – Tridimensional

4D – Faseamento Construtivo

5D – Estimativas de custos

6D – *Facility Management*

AEC – *Architecture, Engineering and Construction*

AIA – *American Institute of Architects*

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – *Computer Aided Design*

CAWS – *Common Arrangement of Work Sections*

CI/SfB – *Construction Indexing Manual/Samorbetskommiteen for Byggnadsfrsgor*

CPIC – *Construction Project Information Committee*

CPM – *Critical Path Method*

CSC – *Construction Specification Canada*

CSI – *Construction Specifications Institute*

EPIC – *European Production Information Co-operation*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

EUA – Estados Unidos da América

GSA – *General Services Administration*

HVAC – *Heating, Ventilating and Air Conditioning*

IAI – *International Alliance for Interoperability*

ICIS – *International Construction Classification Society*

IFC – *Industry Foundation Classes*

ISIC – *International Standard Industrial Classification*

ISO – *International Organization for Standardization*

LOB – *Line of Balance*

LOD – *Level of Development*

MEP – *Mechanical, Electrical and Plumbing*

NAICS – *North American Industry Classification System*

NBS – *National Building Specifications*

NBIMS – *National BIM Standard*

NES – *National Engineering Specification*

RIBA – *Royal Institute for British Architects*

OCCS – *OMNICLASS Construction Classification System*

PPD – *Preliminary Project Delivery*

SBR – *Sequential Batch Reactor*

TXT – *Ficheiro de texto*

US – *United States*

UK – *United Kingdom*

WBS – *Work Breakdown Structure*

XML – *EXtensible Markup Language*

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

O nível de produtividade é um indicador macroeconómico importante para a indústria, pois permite medir a relação entre a produção e os fatores de produção utilizados. O progresso tecnológico é um dos fatores determinantes para o crescimento económico [1].

O sector da construção desempenhou até meados do século XIX um papel notável no desenvolvimento tecnológico. No entanto, desde então tem perdido este posicionamento para outras atividades industriais, revelando-se um setor com baixa produtividade quando comparado com outras indústrias [2] (ver Figura 1).

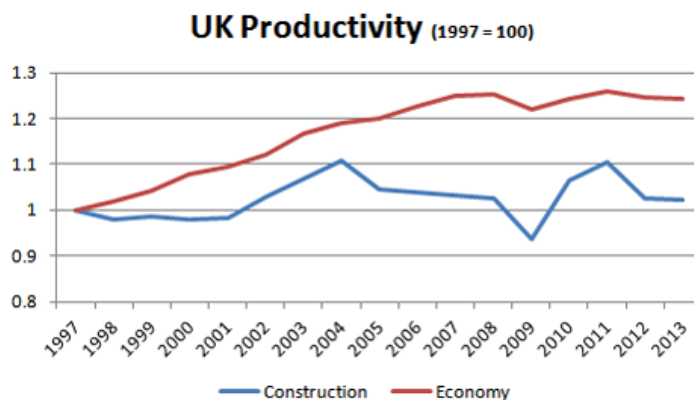


Figura 1. Índice de produtividade entre o sector da construção e a economia (UK) [3].

Num mercado cada vez mais competitivo, as empresas necessitam tanto da automatização e computorização de tarefas e processos, como de métodos eficientes no que diz respeito ao trabalho colaborativo entre os diferentes intervenientes [4]. Com o objetivo de promover o crescimento das várias atividades industriais e modernizar os diferentes setores, surgem as tecnologias da informação e comunicação com novos métodos de trabalho [2].

A falta de capacidade de aceitar e implementar estas tecnologias da informação ou a sua adoção demasiado lenta é um dos fatores que elucidam as diferenças entre o sector AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) e as outras indústrias [5,6]. Esta resistência à mudança, é muitas vezes causada pelos intervenientes que por vezes não estão dispostos a alterar os processos de trabalho a que estão acostumados e que se encontram fortemente enraizados dentro da empresa, pela necessidade de constante atualização e manutenção, custos de aquisição e manutenção do sistema e devido à incerteza sobre o retorno do investimento feito nestas tecnologias de informação [4].

O BIM (*Building Information Modeling*) é apresentado como uma solução para ajudar na resolução dos problemas inerentes ao setor AEC. Esta metodologia representa uma nova abordagem à gestão da informação da construção, sistematizando um conjunto de políticas, processos e tecnologias interrelacionadas e proporciona uma metodologia para gerir o projeto de um edifício e os seus dados, num formato digital, ao longo do ciclo de vida do edifício [7,8]. Assim o BIM é um processo melhorado de planear, projetar, construir, usar e manter uma edificação, usando para isso um modelo que contenha todos os seus dados de forma adequada para que possa ser utilizado durante todo o seu ciclo de vida [9].

Atualmente, a metodologia BIM já é exigida para alguns projetos de construção públicos e privados em Portugal. No entanto esta metodologia ainda apresenta algumas debilidades na sua aplicação. Uma das fragilidades que esta metodologia apresenta, refere-se à utilização dos sistemas de classificação, uma vez que a sua aplicação não é direta.

O tema desta dissertação passa por estudar e aplicar metodologias de organização da informação, gerada pelos modelos BIM, com o intuito de facilitar a preparação da construção utilizando para isso os sistemas de classificação. Para atingir estes objetivos foram analisados e aplicados sistemas de classificação da informação da construção internacionais, como o Unifomat, MasterFormat, Omniclass e Uniclass. Após este estudo, foram retiradas algumas conclusões relativas à aplicação direta dos sistemas de classificação na empresa, que foram essenciais para a continuação do desenvolvimento deste trabalho.

Todo o trabalho foi desenvolvido na empresa Efacec – Engenharia e Sistemas, SA, no departamento de Projeto da Divisão Águas - Unidade Ambiente, que apoiou todo este estudo através do conhecimento e experiência dos seus colaboradores.

O resultado deste trabalho, contribuiu significativamente na melhoria dos métodos de gestão de informação, adotados nos modelos BIM usados para apoio de gestão de empreitadas.

1.2 Objetivos da dissertação

Identificar e estudar os diferentes tipos de sistemas de classificação existentes, aplicando-os em modelos BIM de modo a obter uma melhor organização da informação, com o objetivo da melhoria do desempenho da empresa no desenvolvimento dos modelos 4D e 5D.

Recorrendo a modelos BIM produzidos pela empresa na fase de projeto (modelos 3D), serão analisados os processos utilizados na organização da informação durante a fase de preparação e execução da obra, de modo a apresentar soluções de procedimentos mais eficientes. Esta

análise e apresentação de novas soluções será abordada através de um processo iterativo, cujo desenvolvimento está apresentado de forma esquemática Na Figura 2.

Como resultado a atingir, definiu-se que deveria ser implementado um sistema de classificação que, permitisse organizar de uma forma mais eficiente a informação e que, servisse como elemento chave na elaboração dos modelos 4D e 5D (planeamento e custo), essenciais para a gestão de uma empreitada.

1.3 Organização da dissertação e Metodologia de investigação

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos e a sua metodologia de investigação incide na integração dos sistemas de classificação, na metodologia BIM e sua utilidade para elaboração dos modelos 4D e 5D.

Capítulo 1:

- O presente capítulo refere-se ao enquadramento do estudo desenvolvido nesta dissertação, os principais objetivos, a estrutura deste trabalho e a metodologia abordada para a realização da dissertação.

Capítulo 2:

- Estado da arte: Nesta fase, fez-se um estudo sobre a metodologia BIM e a aplicação desta na gestão da construção. Abordaram-se as dimensões 4D e 5D do conceito BIM. Em paralelo, foram estudados os diversos sistemas de classificação existentes, desde a sua origem até a sua aplicação e importância.

Capítulo 3:

- Análise teórico-experimental: Esta análise é composta por duas fases de desenvolvimento sequenciais:
1ª Fase: Consiste na reflexão e comprovação da teoria referida no estado da arte. Foram comparados os diferentes sistemas de classificação no que diz respeito à gestão da construção e a aplicabilidade destes sistemas nos modelos BIM. Na Figura 2 está representado o processo desenvolvido nesta fase. Este procedimento passou inicialmente pela análise de diversos documentos, como listas de quantidades, custos e planeamento, identificando a informação necessária a associar nos modelos para a fácil

evolução dos modelos de gestão, e por fim foi necessário a validação do procedimento e reportar alterações caso se encontrassem inconsistências.

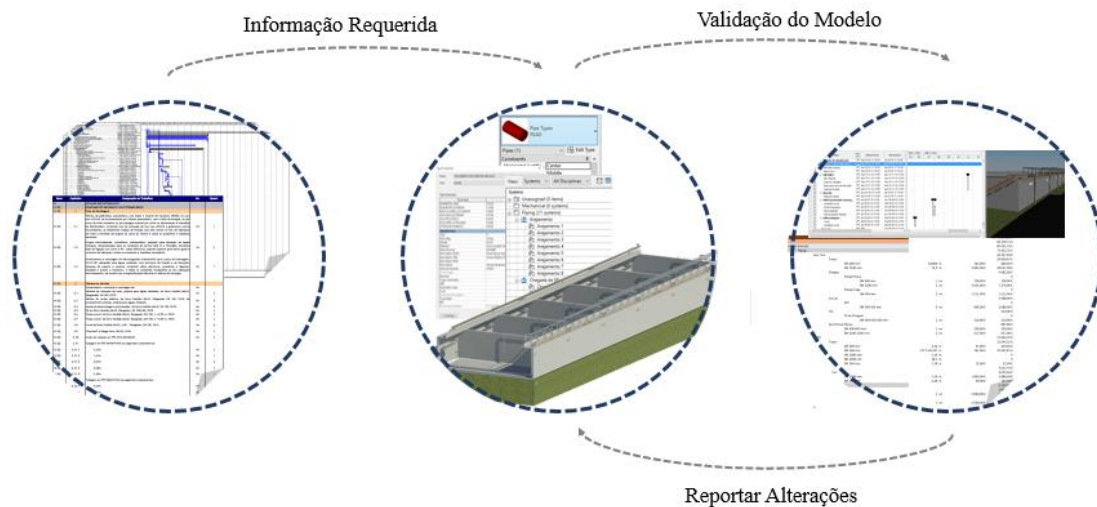


Figura 2. Processo desenvolvido na 1ª fase.

2ª Fase: Determinou-se que a aplicação direta dos sistemas de classificação existentes, no modelo atual de trabalho da empresa apresentava algumas deficiências, uma vez que, estes sistemas de classificação não se apresentam suficientemente detalhados e têm uma estrutura de organização da informação diferente da utilizada na empresa. Isto levou à evolução desta dissertação para a criação de uma nova taxonomia, que representa uma nomeação e classificação de grupos de objetos, denominada como efaClass', baseada nos sistemas de classificação existentes e adaptado à realidade da empresa. Esta taxonomia baseou-se tanto na análise dos sistemas de classificação existentes como na experiência dos colaboradores da Efacec, Engenharia e Sistemas e todo o conhecimento adquirido ao longo do Mestrado Integrado de Engenharia Civil.

Capítulo 4:

- Estudo exploratório: Após a análise teórica e experimental, procedeu-se a aplicação, melhoria e validação da efaClass', de modo a ir de encontro ao definido no terceiro capítulo, designadamente à importância da sua aplicação para o desenvolvimento dos modelos de gestão de obra.

Capítulo 5:

- O último capítulo tem como objetivo apresentar as conclusões gerais retidas ao longo da dissertação, assim como perspectivas e propostas de futuros desenvolvimentos sobre o tema da dissertação.

2. ESTADO DA ARTE

2.1 Uso da Informação no sector AEC

Por vezes, o desenvolvimento de projetos de construção é considerado, por algumas pessoas, uma atividade individual. No entanto, um projeto deve ser um trabalho colaborativo, dependendo do tipo, grau de complexidade e requisitos da empreitada [4]. Devido ao aumento da complexidade dos edifícios e, conseqüentemente, dos processos de construção, os intervenientes geram uma quantidade significativa de informações na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) que, precisam de ser geridas processadas e armazenadas de forma correta e eficiente [2,4].

Atualmente, a indústria AEC encontra-se muito fragmentada, exigindo um aumento na troca de informação entre os diferentes intervenientes. Esta informação passou a estar separada através de diferentes sistemas dependendo, em certa parte, de documentos bidimensionais (desenhos 2D, documentação técnica, documentação legal, etc.) para a comunicação entre todas as partes interessadas. Assim, é importante questionar a capacidade de troca de informação entre os intervenientes na hora certa, no sítio certo e com a quantidade e qualidade precisa, pois a principal utilização da informação é usada para tomadas de decisão [10,11]. A capacidade de gerir as diferentes perspetivas dos intervenientes do processo construtivo, parte de uma partilha de informação eficiente entre as diversas disciplinas e ferramentas. Esta eficiência pode assegurar grandes melhorias na produtividade e qualidade da indústria da construção[12].

Admite-se, que os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*), dada a sua versatilidade e disseminação atual, continuam a ser a ferramenta base para a gestão de recursos e procedimentos das empresas, com utilidade na gestão da comunicação interna das empresas e entre empresas e o exterior. Contudo, os problemas neste setor continuam presentes, apresentando-se o BIM (*Building Information Modeling*) como uma solução à questão de troca de informação, especialmente baseado no formato IFC (*Industry Foundation Classes*) que se trata de um formato universal para a troca de informação entre sistemas [2,11]. A adoção desse tipo de tecnologia, por parte de um conjunto significativo de intervenientes com peso no setor da construção, poderá resultar numa pressão sobre as entidades, a fim de criar mecanismos que facilitem a automatização de processos, o que poderá resultar, numa melhor interoperabilidade entre as fases de uma obra (Projeto, *Procurement*, Construção e Utilização), evitando perdas parciais de informações na transposição de uma fase para outra como constatar pelas fuguras seguintes [2].

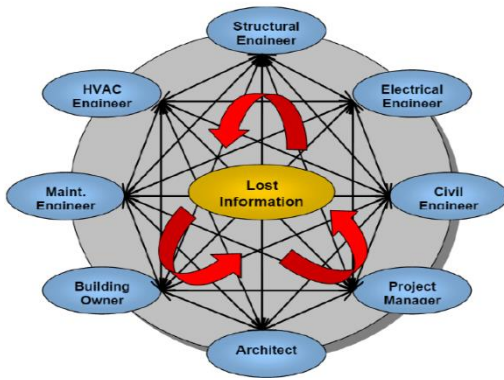


Figura 3. Linhas de comunicação do projeto [12].

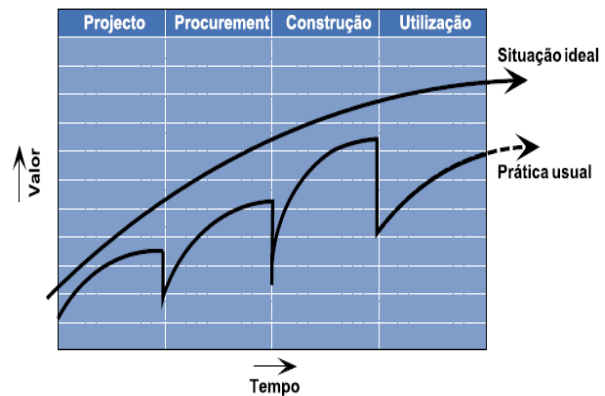


Figura 4. Valor associado ao processo construtivo na prática usual e na situação ideal [2].

A gestão da informação nos modelos BIM é um dos aspetos chave da metodologia BIM. A capacidade de comunicar, reutilizar e partilhar dados de forma eficiente entre os intervenientes que utilizam diferentes aplicações, é um requisito essencial de *software* que precisa de ser correspondido, a fim de integrar os procedimentos de colaboração com as tecnologias que são inerentes ao conceito BIM [13]. No entanto, antes deste processo de troca de informação através de sistemas BIM, deverá ser definido pelas partes da indústria AEC, qual a informação relevante a ser inserida no projeto [11].

2.2 Building Information Modeling

O BIM (*Building Information Modeling*) é considerado uma das mais importantes e promissoras inovações para a indústria AEC. Este acrónimo representa um conceito/tecnologia/metodologia que permite a construção de modelos virtuais precisos de um empreendimento, que apoia todas as fase de uma obra, permitindo assim uma melhor análise e controlo do que a verificada por processos tradicionais [5]. Esta metodologia, acima de tudo, consiste num conjunto interativo de políticas, processos e tecnologias referentes ao período de vida útil de um edifício (desde a sua conceção até á sua demolição), que concebe uma metodologia de trabalho capaz de gerir um modelo e todas as informações associada num formato digital presente em todo o ciclo de vida do edifício [6].

O modelo digital virtual gera um modelo tridimensional (3D) a partir do qual poderão obter-se automaticamente todos os desenhos bidimensionais (2D) na qual qualquer alteração introduzida

no modelo influenciará todos os desenhos, nomeadamente plantas, cortes e alçados que se encontrem interligados a referida alteração, denominando-se estes modelos paramétricos. Da mesma forma que os desenhos, o modelo 3D permite a extração automática de listas de quantidades de materiais. Posteriormente, estes modelos permitem o acrescento das “n” dimensões pretendidas, nomeadamente a quarta dimensão (4D) quando o modelo aborda o tempo e planeamento de obra, a quinta dimensão (5D) quando aos modelos anteriores se aliam o preço, a sexta dimensão (6D) quando acrescem as informações relativas à gestão dos edifícios [5,7]. A Figura 5 representa as seis dimensões do BIM.

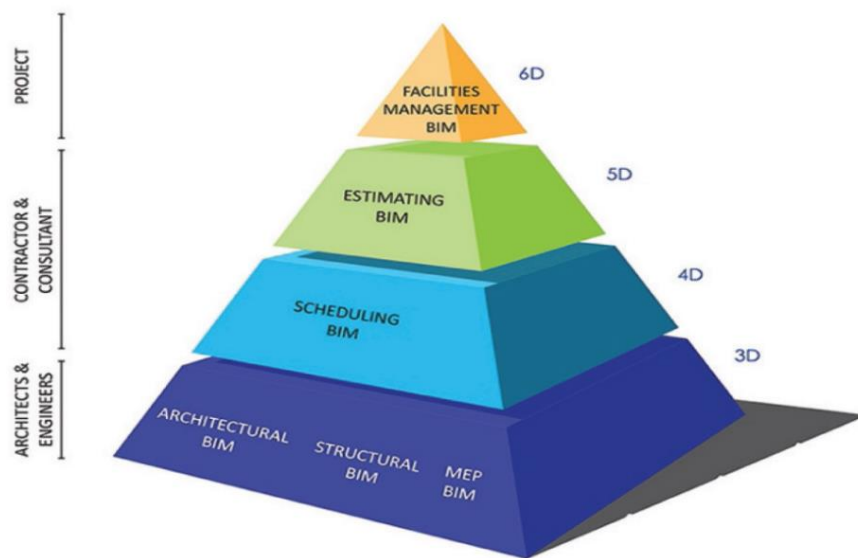


Figura 5. Dimensões do conceito BIM [14].

2.3 Level Of Development (LOD)

Level of Development (LOD) é um dos conceitos mais importantes da metodologia BIM, pois esta metodologia requiere uma determinada precisão e riqueza de informação nos seus modelos, de modo a poderem corresponder aos requisitos a que foram propostos [6].

O conceito LOD defini o grau de maturidade e integralidade de um projeto BIM nas suas diferentes etapas. O LOD trata da quantidade de informação associada a cada objeto do modelo BIM, sendo maior quanto maior for a quantidade de informação disponíveis, como dimensões, fabricante, composição, etc [15].

Existem seis níveis, que vão desde o modelo de conceção até ao modelo “*As Built*”, sendo eles:

- LOD 100

“O elemento pode ser representado no modelo com um símbolo ou outra representação genérica, não atingindo os objetivos para integrar um modelo com LOD 200. As informações referentes ao elemento podem derivar de outros elementos presentes no modelo [15].”

- LOD 200

“Este é um modelo ligeiramente mais desenvolvido e é representado graficamente como um sistema genérico, objeto ou conjunto. As suas especificações em termos de quantidades, tamanho, forma, localização e orientação. Alguma da informação não gráfica simples pode também ser incluída [15].”

- LOD 300

“O elemento é representado como um sistema específico, objeto ou conjunto em termos de quantidades, tamanho, forma, localização e orientação. Alguma da informação não gráfica simples pode também ser incluída [15].”

- LOD 350

“O elemento é representado como um sistema específico, objeto ou conjunto em termos de quantidades, tamanho, forma, localização e orientação, tal como no nível anterior, acrescentando-se a interface com os outros sistemas do modelo; Alguma da informação não gráfica simples, pode também ser incluída [15].”

- LOD 400

“O elemento é representado graficamente como no LOD 350 mas com detalhes ao nível da fabricação, montagem, instalação e informação. Alguma da informação não gráfica simples pode também ser incluída [15].”

- LOD 500

“O elemento de modelo é uma representação de como é construído na realidade em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. As informações não-gráfico pode também ser anexado ao modelo elementos [15].”

Na figura está representado um pilar metálico de acordo com o conceito LOD nos diversos níveis.

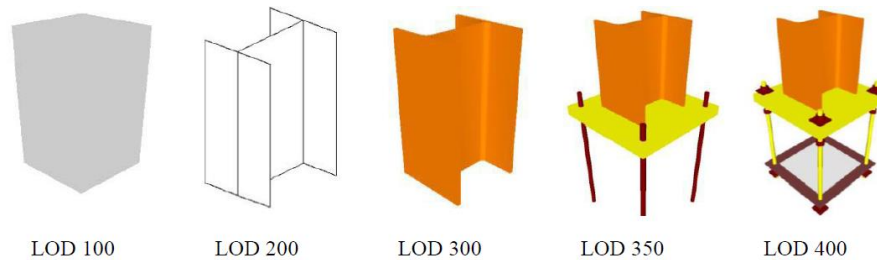


Figura 6. Comparação visual dos diferentes níveis do conceito LOD [15].

Level of Development vs Level of Detail

O conceito LOD por vezes é interpretado como *Level of Detail* ao invés de *Level of Development* apesar de existirem diferenças relevantes entre os dois conceitos.

O nível de detalhe define o detalhe da representação visual dos objetos, enquanto o nível de desenvolvimento, como já referido, relaciona-se com o número de informações que os elementos representam [15].

2.4 Uso do BIM na gestão da construção

2.4.1 Visualização e coordenação

A visualização oferece uma melhor perceção do projeto e do seu aspeto final. Os modelos BIM concedem uma representação virtual 3D dos edifícios que permite uma visualização automática do que se pretende, como por exemplo pormenores, plantas, cortes, alçados, etc, permitindo um melhor entendimento do modelo durante todo o ciclo de vida de um edifício e consequentemente pode evitar erros, sobreposição e omissão de elementos através da capacidade de inspeção visual que esta ferramenta permite. Para além destas vantagens os,

modelos BIM obedecem a regras de modelação paramétrica permitindo a atualização das vistas em tempo real e garantindo consistência do modelo em todas as fases [8,16].

Relativamente à colaboração, esta deve ser adotada desde as fases iniciais de um projeto, através da combinação de vários modelos num único. A partilha de um modelo BIM é contudo condicionada para interoperabilidade entre diferentes formatos das diversas aplicações. Esta ineficaz interoperabilidade entre os diferentes formatos tem vindo a ser resolvida pelo formato *standard IFC (Industry Foundation Classes)* e em alguns casos, apesar de não ser transmitida toda a informação de um modelo, é transmitida uma parte substancial [8,16].

A compatibilização dos projetos de especialidades é uma das tarefas mais difíceis a nível de gestão de projeto. É desta forma que existem ferramentas que não só agregam os projetos das diferentes disciplinas como possuem ferramentas que realizam uma verificação de compatibilidade dos modelos. No entanto, para que este processo seja vantajoso, a coordenação 3D entre os diferentes modelos deve ser realizada regularmente para garantir que não ocorrem interferências ou que os conflitos serão resolvidos antes de iniciar o processo de construção [8].

A visualização e a coordenação, são fases imprescindíveis para posterior utilização dos modelos BIM na fase da construção.

2.4.2 Planeamento BIM 4D

O planeamento de uma obra consiste em definir um conjunto de atividades e indexa-las a um calendário, decompondo a obra em tarefas elementares e definir para cada tarefa datas de início e fim [17]. Durante bastante tempo, o planeamento da construção era baseado essencialmente gráficos de barras (Diagrama de Gantt) e/ou redes CPM (*Critical Path Method*), faltando as características espaciais da construção. Em paralelo, muitas empresas construía modelos 3D para os seus projetos numa plataforma CAD (*Computer Aided Design*). Contudo, estes modelos 3D apenas detém da capacidade de fornecer imagens estáticas e não podem apresentar o estado de um projeto, num certo período de tempo. Sem uma representação visual do local da construção, da evolução dos edifícios e do estado do uso do estaleiro com o passar do tempo, os planeadores devem confiar muito na sua experiência e intuição, imaginação e julgamento para a extração de dados dos projetos em documentos de papel e decidir os métodos mais apropriado de construção, dos tempos e da utilização do espaço [18].

No sentido de colmatar as lacunas apresentadas pelos métodos tradicionais, surgem as tecnologias CAD 4D permitindo uma integração dos cronogramas de construção com as representações 3D das condições existentes e de estruturas temporárias e permanentes, onde as atividades dos programas de trabalhos são associadas a geometria 3D da empreitada, tornando assim possível uma visualização “rica”, tanto da conceção global do projeto, como de cada etapa dos processos de construção previstos [19]. As visualizações 4D podem ser representadas sob forma de animações, e na forma de representações 3D por fases específicas previstas dentro de cronograma de construção, permitindo os gestores da construção analisar estas representações e identificar possíveis conflitos e colisões que possam ocorrer em determinados momentos segundo o cronograma de planeamento da construção [19,20].

Importa ainda referir que, existem dois modelos comuns de planear que podem ser usados para criar um modelo 4D, nomeadamente a referida rede CPM e a Linha de Balanço (*LOB-Line of Balance*). Enquanto o método do caminho crítico (CPM) é um simples processo de encadeamento de atividades, onde é estabelecida uma sucessão lógica e especificadas as relações de dependência entre as atividade, a linha de balanço (LOB) representa uma determinada atividade consoante a localização e o tempo permitindo a visualização do fluxo produtivo de modo mais intuitivo e real, tornando este método profundamente proveitoso para a otimização dos planeamentos e controlos de obra [21].

Geralmente os passos para a obtenção de um modelo 4D envolvem a importação de um modelo existente num *software* BIM, a importação do planeamento criado a partir de um *software* apropriado (como o PrimaveraTM e Microsoft ProjectTM) e então a associação das tarefas com os objetos do modelo BIM. Autodesk NavisworksTM, ProjectWise NavigatorTM, Visual SimulationTM, Synchro ProfessionalTM e Tekla StructuresTM são exemplos de softwares BIM na qual se usa a pratica de importar o planeamento ao qual será associado os objetos do modelo[20]. O *software* Vico OfficeTM é um software diferente dos que foram apresentados, pois possui ferramentas que permitem realizar os custos do projeto, anexar a cada elemento do modelo informação acerca dos materiais, mão-de-obra e recursos necessários para a execução desse mesmo elemento, pelo que, o elemento passa a conter toda a informação acerca do seu custo de construção, sendo depois possível planear e otimizar a calendarização de todas as atividades da construção [22] .

2.4.3 Custos BIM 5D

Nos projetos de construção, os custos são um fator importante para as tomadas de decisão, tanto numa fase conceptual, como numa fase detalhada do projeto, isto é, as estimativas de custos sendo desenvolvidas em diferentes fases do projeto, apresentam objetivos e graus de precisão diferentes. No início do projeto deve ser exigido um elevado rigor nas estimativas com o intuito de justificar o projeto, porém no decorrer do ciclo de vida de projeto as estimativas de custo são refinadas de modo a justificar detalhes entretanto adicionados (ver Figura 7) [23].

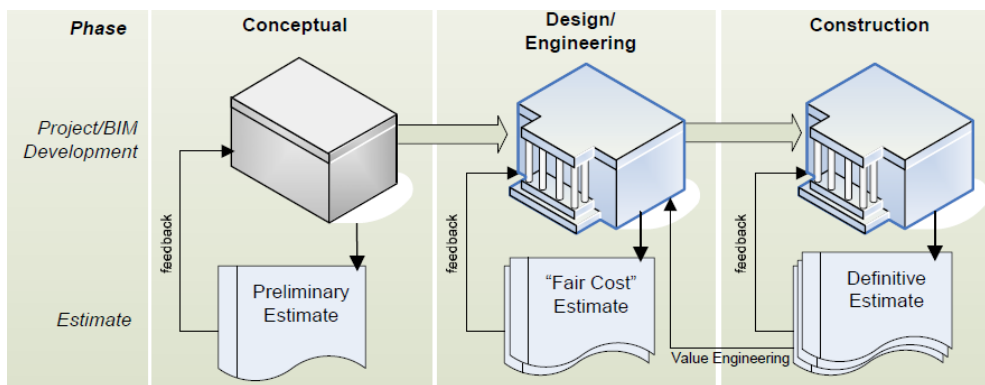


Figura 7. Projeto e Processo de Estimativa de Custos [24].

Os modelos BIM oferecem a capacidade de desenvolver informação relativa aos custos durante todo o ciclo de vida do edifício, através de um modelo 5D. Esta quinta dimensão da metodologia BIM permite a associação da informação relativa aos custos ao modelo e a dimensão do planeamento, tornando possível prever e controlar os custos em todas as fases da construção, ou seja, este tipo de modelo tem a capacidade de integrar toda a informação relativa aos custos como, quantidades, planeamento e preços [25,26]. Com a evolução do modelo, a estimativa de custos é melhorada consoante o aumento do nível de detalhe, ou seja, a modelação dos custos pode começar quando apenas estão disponíveis características sobre o tipo edifício, tal como, o seu tamanho e localização, seguidamente quando é adicionado mais detalhe ao projeto, os custos podem ser refinados com base na medição dos espaços até que, as estimativas possam ser desenvolvidas com base no conhecimento completo dos elementos incorporados no projeto [27]. Claramente, não é desejável esperar até ao fim da fase de projeto para desenvolver uma estimativa de custos, pois estando o projeto concluído, só existem duas soluções, nomeadamente, cancelar o projeto ou aplicar a engenharia de valor para cortar custos e possivelmente qualidade. Como referido anteriormente, as estimativas provisórias ajudam a identificar problemas mais cedo para que alternativas possam ser consideradas, permitindo que

projetista possa tomar decisões fundamentadas, pois com o amadurecer do projeto é possível extrair mais rapidamente quantidades e de forma mais detalhada [5].

Todas as ferramentas BIM de modelação fornecem recursos para extração de elementos por unidades, áreas e volumes de espaços, quantidades dos materiais e extrair para várias tabelas, pois nenhuma ferramenta BIM fornece todas as capacidades para efetuar as estimativas de custos de um projeto. Deste modo, deverá ser identificado um método adequado a cada processo de orçamentação, tendo como principais opções as seguintes [5]:

1. Exportação de quantidades do *software* de modelação para um *software* como Excel, que permite fazer uma análise de custos.
2. Ligar a ferramenta BIM diretamente ao *software* de estimativas de custos, usando por exemplo “plug-in” para exportar para *software* como o Vico Office.
3. Utilizar uma ferramenta BIM de *Quantity Takeoff*, como por exemplo o *software* Autodesk QTO.

2.5 Teoria dos sistemas de classificação na construção

2.5.1 Introdução

O setor da construção envolve um conjunto muito vasto de informações, sendo importante que toda ela seja padronizada para obter um melhor desempenho na gestão de construção, usando para isso sistemas de código, de modo a classificar a informação técnica, tarefas e atividades em todas as fases da construção [28].

Assim, surgem os sistemas de classificação como metodologias que promovem a organização e padronização da informação. A classificação permite a estabilização de termos, métodos e conceitos, isto é, sistemas de linguagem utilizados para comunicar, permitindo aos profissionais catalogar os dados em categorias homogéneas [29].

No início do século XX, com o propósito de suprimir algumas debilidades no setor da construção que se iam acentuando em determinados processos a nível organizativo, como as referidas anteriormente, muitas organizações relacionadas com a indústria da construção começaram a desenvolver sistemas de classificação da informação. Desde então, ao longo dos anos, têm sido desenvolvidos vários sistemas de classificação, variando consoante a sua

aplicação, tanto em termos de funcionalidade, como na região de origem. Assim, desde os materiais aos trabalhos de construção ou regras de medição, vários esforços foram feitos por organizações de diferentes países. No entanto devido à amplitude e conseqüentemente, à complexidade da indústria da construção a maioria das classificações que foram desenvolvidas foram rapidamente julgadas pela incapacidade de lidar com diferentes tipos de situações [29,30].

Normalmente, os sistemas de classificação caracterizam-se por definir códigos numéricos, alfabéticos ou alfanuméricos para as diferentes classificações de classes, níveis e objetos. Estas nomenclaturas e códigos hierárquicos são usados para simplificar/clarificar a organização da informação. Portanto, importa especificar, os dois principais tipos de sistemas de classificação [31,32]:

- Enumerativa: Representa uma única lista hierárquica de títulos de assuntos e codificação correspondente (Figura 8);
- Facetada: Representa várias tabelas paralelas e que se estruturam hierarquicamente. Este tipo de classificação permite a atribuição de múltiplas classificações a um objeto (Figura 9).

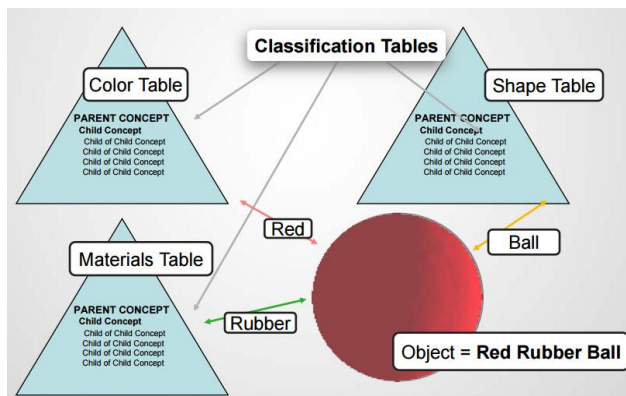
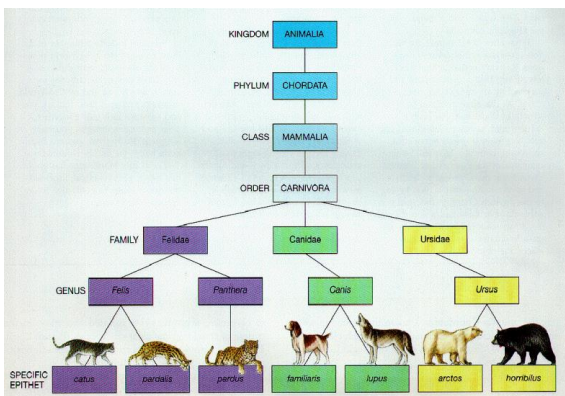


Figura 8. Classificação enumerativa [32].

Figura 9. Classificação facetada [32].

Neste capítulo, será feita uma análise dos sistemas de classificação existentes, como a sua origem e estrutura e o âmbito de aplicação de cada um de modo a que se possa fazer uma ampla reflexão sobre eles no âmbito da sua aplicação no contexto da metodologia BIM.

2.5.2 Normas ISO (*International Organization for Standardization*)

2.5.2.1 Origem da ISO

A aplicação dos sistemas de classificação diferem entre países, e mesmo dentro do mesmo país podem existir diferentes sistemas na indústria da construção. As normas internacionais foram criadas para apoiar os esforços de cooperação entre e dentro de diferentes países. *International Organization for Standardization (ISO)* é uma organização não-governamental independente e a maior desenvolvedora mundial de normas internacionais voluntárias. Esta organização teve início em 1946, quando delegados de 25 países se reuniram no Instituto de Engenheiros Civis em Londres e decidiram criar uma nova organização internacional com intuito de facilitar a coordenação internacional e a unificação dos padrões industriais. Esta organização iniciou oficialmente as suas operações em 1947.

As normas internacionais trazem benefícios tecnológicos, económicos e sociais. Estas normas permitem uma especificação de categoria mundial para produtos, serviços e sistemas, para garantir a qualidade, segurança e eficiência na organização de toda a informação [33].

Dentro da estrutura ISO, o comité TC 59 é responsável por toda a informação sobre a organização da informação nas obras de construção, e o *sub-comité* SC13 é responsável pela organização da informação de todo o processo construtivo, nomeadamente, projeto, produção, manutenção e demolição [33].

2.5.2.2 Normas ISO

- **ISO TR 14177-Classificação da Informação na Indústria da Construção**

Em 1994 a ISO editou a ISO TR14177, um relatório que teve como principal objetivo fornecer as bases para uma melhoria do fluxo de informação durante todo o processo construtivo, dotando a indústria de construção de linhas orientadoras para a organização da informação, tendo por base um modelo de representação de todo o processo construtivo. Essas recomendações deverão poder ser aplicadas ao nível interno de cada país e nas relações entre agentes de países diferentes. O âmbito deste documento diz respeito a todo o processo construtivo, conceção, projeto, produção, utilização e demolição, sendo aplicável a edifícios e a obras de engenharia civil em geral.

Os recursos utilizados no processo construtivo podem ser separados em:

- Recursos físicos, que se subdividem em:
 - Produtos de construção;
 - Recursos complementares, tais como equipamento e produtos não incorporáveis;
 - Recursos humanos.
- Informação, que se pode subdividir em:
 - Informação de referência, tais como regulamentos, elementos técnicos e funcionais;
 - Informação específica, que é o *output* principal da fase de concepção e projeto.

Este relatório (ISO TR14177) apresenta os resultados do processo construtivo de acordo com a seguinte estrutura:

- Instalações - define-se como sendo uma estrutura física, incluindo a sua envolvente exterior, servindo uma ou mais funções. Um edifício é um caso particular de instalações, sendo composto por espaços isolados servindo de abrigo para pessoas ou equipamento.
- Espaços - definem-se como áreas ou volumes com fronteiras reais ou teóricas e caracterizam-se de acordo com a sua função.

Componentes físicas das instalações:

- Elementos de construção - parte física das instalações com uma função característica definida, sem ser indicada a solução técnica, método ou forma de construção.
- Atividades de construção - uma ou várias partes físicas das instalações, resultantes da aplicação de uma técnica particular ou método de construção, aplicado a um produto ou elemento de construção, durante a fase de projeto.

A Figura 10, apresenta a relação entre os recursos das diversas fases do ciclo de vida do processo construtivo.



Figura 10. Recursos empregues no ciclo do processo construtivo [34].

Como consequência da descrição dos diversos intervenientes no processo construtivo apresentados, na Figura 10, o relatório sugere uma classificação e proposta de tabelas. Nesta classificação, é proposto fazer a ligação entre as variáveis, instalações, espaços, elementos, atividades de construção, produtos de construção e recursos complementares e estabelecido o caminho através do qual elas são integradas. É definido o processo de construção, os agentes e documentos, que intervêm em todo o ciclo de vida do empreendimento, assim como uma visão abrangente da informação na construção. Apresenta-se, na Figura 11 os dados relevantes num sistema de informação que caracterizam a estrutura de classificação para suportar todo o processo de construção. Estas classes apresentadas foram propostas pela ISO TR14177 [34].

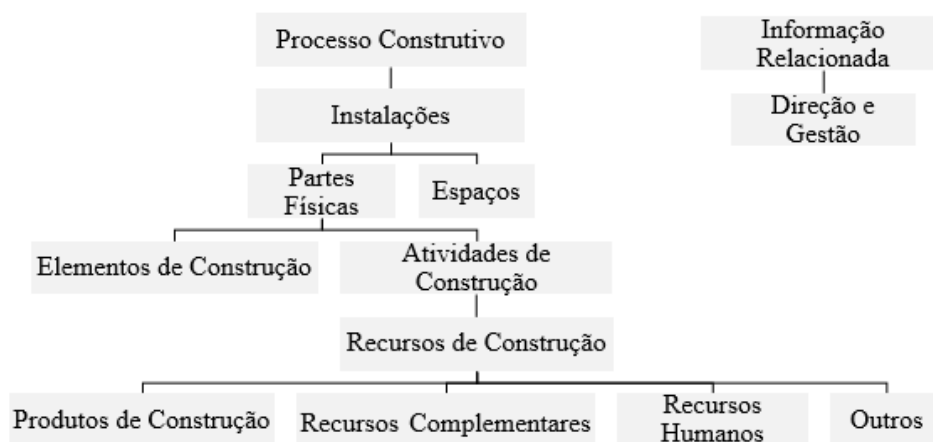


Figura 11. Proposta de classificação pela ISO TR14177 [34].

Com o intuito de classificar as partes físicas dos edifícios e sistemas de instalações, representando cada uma delas uma função característica do conjunto, surge a tabela Elementos da Construção. Nos elementos de construção não são definidas nem as soluções técnicas, nem o método ou forma da construção. Como exemplo de elementos de construção poderão indicar-se, fundações, pilares, pavimentos, instalações elétricas ou abastecimento de água. Esta tabela é apontada neste relatório como uma das mais relevantes para a estruturação de uma classificação internacional do processo construtivo, dado que permite representar uma realidade que é comum e não alterável pelas especificidades de cada país, ainda que existam tabelas de elementos de construção em diversos países.

A tabela de Atividades de Construção, tal como a tabela anterior, dedica-se à classificação das partes físicas dos edifícios, apresentadas como resultado da aplicação de uma técnica particular ou método de construção, a um produto de construção e/ou a um elemento desenhado na fase de projeto. Exemplos desta tabela poderão ser, as paredes de alvenaria de tijolo, fundações de betão ou pavimentos em ladrilhos hidráulicos. Esta tabela também apresenta uma grande importância, uma vez que a listagem das atividades de construção são geralmente um documento contratual entre alguns agentes da construção, nomeadamente entre dono de obra e empreiteiro. No entanto, existem em vários países listagem tipo, coincidindo de uma forma geral nos conceitos mas diferentes na sua estrutura e notação. Tal facto poderá constituir um entrave para o desenvolvimento de uma tabela internacional.

A tabela Produtos de Construção, Recursos Complementares e Recursos Humanos permitem classificar as atividades relacionadas com os recursos de construção utilizados no processo construtivo. Os produtos de construção servem para classificar os produtos ou componentes que serão incorporados nas instalações, como o mobiliário e equipamento e os recursos complementares representam todos os elementos que vão ser usados no processo construtivo de forma temporária, como por exemplo, cofragens, ferramentas, mobiliário de estaleiro etc.

Por fim, a tabela Direção e Gestão destina-se a classificar as atividades relacionadas com a gestão dos aspetos logísticos, legais e financeiros de todo o processo construtivo, quer na fase de projeto, de produção, de manutenção ou de utilização. A tabela de Atributos permite estruturar as propriedades e características dos objetos físicos de todos os tipos, seja para os produtos, atividades, elementos de construção ou instalações [34].

- **ISO 12006-2 – Organização da Informação nos Trabalhos de Construção-
Parte 2 – Estrutura para a organização da Informação**

A primeira versão da norma ISO 12006-2 foi apresentada em Fevereiro de 1997 e preparada pelo Comitê Técnico ISO-TC59-SC13 [35].

Tendo por base o trabalho já desenvolvido no relatório ISO/TR-14177, nesta norma analisa-se uma estrutura de classificação para ciclo de vida completo das obras de construção, incluindo a fase de projeto, manutenção e demolição, aplicável a obras de construção civil (edifícios) e de engenharia (pontes, vias, barragens).

Esta norma define uma estrutura e um conjunto de títulos de tabelas recomendados apoiados por definições, mas não o seu conteúdo detalhado, pois as tabelas de classificação podem variar em detalhes para atender às necessidades locais. Assim, estas tabelas listadas pela ISO 12006 são recomendadas para serem desenvolvidas e utilizadas para classificar os membros de cada classe, de acordo com visões particulares de princípios de especialização e também apresenta exemplos de entradas que podem ocorrer nessas tabelas. Portanto, a organização proposta por esta norma é destinada a organizações que desenvolvem e publicam sistemas de classificação e tabelas numa base nacional ou regional [35].

O modelo proposto é bastante simples e pressupõe que os "Recursos de Construção" são usados ou necessários para o "Processo de Construção" que os transformará nos "Resultados da Construção". Este modelo é aplicável às diversas fases do ciclo de vida das construções. Tome-se o exemplo da fase de produção de um edifício, o Processo de Construção corresponde ao método de construção de um edifício, os Recursos serão os produtos de construção, o equipamento e os agentes de construção associados à execução e o resultado será o edifício construído [34].

Durante a fase de projeto, o Processo refere-se ao método para projetar um edifício, os Recursos poderão ser os projetistas, as ferramentas de desenho, as reuniões com os clientes etc., e o Resultado corresponderá ao projeto do edifício. O mesmo se aplica à fase de manutenção e de demolição.

Deste princípio resulta a proposta das seguintes classes (princípios de divisão ou especialização):

Recursos da Construção

- Produtos da construção;
- Recursos complementares;
- Agentes da construção;

Recursos de informação

Processo de Construção

- Direção e Gestão;
- Métodos de trabalho;
- Classes relacionadas com o processo construtivo:
- Ciclo de vida do processo construtivo;
- Categoria da informação.

Resultados de Construção

- Construção (inclui tanto as obras de construção como de engenharia civil);
- Construção complexa;
- Espaços;
- Especialização das entidades construídas:
- Elementos de construção;
- Elementos desenhados
- Resultado das atividades de construção.

Na Figura seguinte apresenta-se uma descrição gráfica deste modelo, em que se esquematizam as classes e as suas relações.

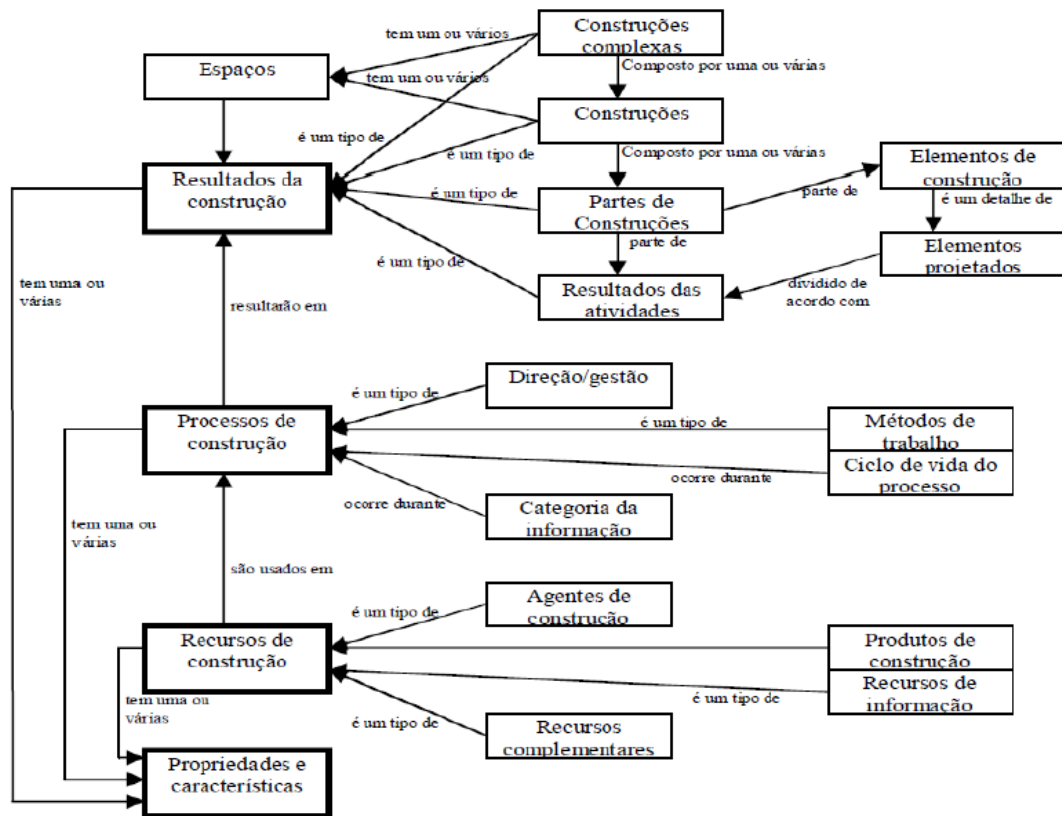


Figura 12. Classes do processo construtivo e a sua relação [35].

As classes podem ser divididas em subclasses por princípios de especialização, resultando em tabelas de classificação. Caso se identifique um princípio secundário que seja importante para uma classe particular, então pode ser aplicado separadamente gerando assim outras tabelas de classificação, ou poder-se-ão agrupar numa única tabela [35].

A Tabela 1 representa os princípios de especialização aplicados às classes de modo a obter uma tabela de classificação apropriada.

Tabela 1. Princípios de especialização das tabelas ISO 12006-2 [35].

Classe	Princípio de especialização	Tabela de referência
Construção (entidade)	Forma	1
	Função ou uso ativo	2,6
Construções complexas	Função ou uso ativo	3,6
Espaços	Grau de enclausuramento	4
	Função ou uso principal	5,6
Parte de construções	Classificados de acordo com os elementos de Construção, os elementos desenhados e as atividades de construção	7,8,9
Elementos de construção	Função predominante	7
Elementos desenhados	Pelo tipo de trabalho	8
Resultados das atividades de construção	Tipo de trabalho	9
Direção e Gestão	Tipo de processo	10
Métodos de trabalho	Classificado de acordo com a tabela de resultado das atividades de construção	9
Ciclo de vida do processo construtivo	Fase do processo	11
Categoria da informação	Relacionada com a fase do processo	12
Produtos de construção	Função	13
Recursos complementares	Função	14
Agentes da construção	Disciplina	15
Recursos de informação	Meio empregue	16
Propriedades e características	Tipo	17

Embora estes princípios não sejam os únicos possíveis, são os considerados mais importantes e recomendados pela ISO 12006. A utilização destes princípios recomendados pode ser flexível para os diferentes países, pretendendo unicamente que se mantenha a uniformidade aos níveis

mais altos. Os títulos das tabelas que se referem na tabela seguinte são recomendados, mas subtítulos fornecidos na sua sequência são apenas informação não normativa [35] (ver Tabela 2).

Tabela 2. Títulos das Tabelas ISO 12006-2 – Estrutura de Classificação da Informação na Indústria da Construção [35].

Nº	Denominação	Títulos
1	Construções (entidade) pela Forma	Edifícios; Vias ;Túneis; Barragens; Tanques/silos; Pontes e viadutos ; Tubagem, condutas, cabos.
2	Construções (entidade) pela função ou uso ativo	Hospitais; Escolas; Esgotos; Habitação; Terminais de Aeroportos
3	Construções complexas pela função ou uso ativo.	Complexos de transportes (Aeroportos; Caminhos-de-ferro; Autoestradas); Complexos de Saúde; Complexos Industriais; Complexos de Desporto; Complexos Educacionais; Complexos Residenciais
4	Espaços pelo grau de Enclausuramento.	Espaço aberto; Espaço ao ar livre; Espaço coberto; Espaço delimitado
5	Espaços pela função ou uso Ativo.	Espaços administrativos (Espaços de escritórios); Espaços de Saúde (Salas de operações; Salas de consulta; Quartos de Tratamento); Espaços de lazer; Espaços de residenciais (Quartos; Sala de estar; Sala de refeições; Espaços de circulação Instalações sanitárias)
6	Instalações (<i>facilities</i>)	Instalações de transportes (Pontes pedonais; Terminal de Aeroporto); Instalações de saúde (Hospitais; Salas de operações); Centro de saúde; Instalações residenciais (Habitações; Quartos)
7	Elementos pela função predominante que desempenham	Exemplo das funções predominantes dos elementos: (Suporte; Envolvente; Serviços; Mobiliário/equipamento) Exemplos de elementos de edifícios: Elementos de suporte: (Pilares; Vigas; Lajes) Elementos da envolvente: (Pavimentos;Telhados/coberturas) Elementos de Serviços: (Ventilação; Aquecimento) Mobiliário/Equipamento: (Equipamento de cozinha)

Tabela 3. Títulos das Tabelas ISO 12006-2 – Estrutura de Classificação da Informação na Indústria da Construção (Continuação).

8	Elementos desenhados pelo tipo trabalho	Paredes interiores de gesso cartonado Paredes interiores de betão pré-fabricadas
9	Resultados da atividade de Construção pelo tipo de trabalho	Escavações; Ancoragem; Alvenaria; Betão pré-fabricado; Aplicação de ladrilhos; Ascensores; Luz de emergência
10	Direção e gestão	Gestão Administrativa; Gestão Financeira; Gestão de Recursos Humanos; Marketing; Comercialização; Gestão de Projetos
11	Ciclo de vida do processo construtivo	Ideia; Conceção; Projeto; Produção; Uso e manutenção Alterações; Demolição
12	Categoria da informação	Conceção; Viabilidade; Preparação; Projeto/orçamentação; Produção; Programa de concurso; Métodos de construção; Operação de estaleiro
13	Produtos de construção pela função	Produtos de revestimento e de divisão não estrutural Produtos estruturais e de armação, construções Produtos de acesso e fecho Dispositivos para fornecimento, distribuição e descarga de líquidos e gases Dispositivos de ventilação e tratamento de ar Dispositivos de alimentação, distribuição e descarga de sólidos Dispositivos de produção, alimentação, distribuição e utilização de energia elétrica Dispositivos para serviços de comunicação e informação Dispositivos para pessoas, mercadorias e manutenção Mobiliário e decoração Produtos / dispositivos para revestimentos de proteção e reparação Produtos gerais de junção, fixação e ferragens Materiais e produtos para fins gerais

Tabela 4. Títulos das Tabelas ISO 12006-2 – Estrutura de Classificação da Informação na Indústria da Construção (Continuação).

14	Recursos complementares pela função	Equipamento; Cimbres e cofragem; Ferramentas, utensílios e mobiliário
15	Agentes de construção	Clientes; Arquitetos; Engenheiros de estruturas ;Serviços De Engenharia; Gestores de projetos; Empreiteiros
16	Recursos de informação pelo meio empregue	Livros; Jornais; Panfletos; Desenhos; Fotografias; Microfilmes Arquivos digitais; Informação <i>online</i>
17	Propriedades e características	Composição; Métodos de produção; Forma e dimensão; Peso eDensidade; Características sensoriais; Características mecânicas e estruturais; Características de resistência ao fogo; Características térmicas

2.5.3 CI/CfB (Construction Indexing Manual/Samorbetskommiteen for Byggnadsfrsgor)

- **Origem do CI/CfB**

O CI/SfB é um sistema de classificação da informação que foi desenvolvido pelo *Joint Working Committee for Building Problems in Sweden* - Comité Sueco em 1949 e introduzido no Reino Unido em 1961 pela *Royal Institute of British Architects* (RIBA) [1]. Este sistema, usado em todo o mundo pela indústria da construção foi concebido para classificar materiais e componentes da construção podendo ser usado por pequenas, médias e grandes empresas. As empresas envolvidas na indústria da construção civil variam consideravelmente em tamanho e especialmente nos métodos de trabalho, o que reflete elevada diversidade de tamanho e disciplinas explicando, deste modo, a necessidade de um sistema de classificação da informação. A última atualização da CI/SfB foi em 1976 não se esperando que venha a ser novamente atualizada [36–38]. Ainda que este sistema tenha sido bastante útil na divulgação internacional generalizada, tendo influenciado o modelo de classificação de muitos países,

revelou-se ineficaz ao nível da sua aplicabilidade e desadequado aos trabalhos de engenharia civil. Outras razões que resultaram no seu abandono foram [31,34]:

- O desenvolvimento de sistemas desenvolvidos internacionalmente, principalmente pela ISO (ISO TR14177, ISO 12006-2), ICIS (*International Construction Classification Society*) e pelo EPIC (*European Production Information Co-operation*) na área da classificação dos produtos de construção, introduzindo modelos conceptuais mais adequados à atual prática da construção.
 - Nesses modelos inclui-se a construção em geral, edifícios e trabalhos de engenharia civil., já que o CI/SfB era exclusivo para edifícios.
 - A constatação de que o sistema não respondia a atualizações, como: edifícios complexos, novos modelos de edifícios ou diferentes conceitos, relacionados por exemplo com o ambiente e a poupança de energia.
 - A necessidade de integrar os diversos sistemas em uso no Reino Unido
-
- **Estrutura do Sistema CI/SfB e Tabelas**

O CI/SfB possuiu 4 divisões ¹ que se encontram subdivididas por series de letras e números [38,39]:

Tabela 0 – Ambiente físico (contém 10 secções de 0 a 9 e trabalha principalmente com o produto final (tipo de edifício – Hospitais, Escolas, Universidades etc)

Tabela 1- Elementos (contém 10 secções numeradas do símbolo “- -“ a “9- -“ cobrindo toda a estrutura desde paredes, lajes a serviços)

Tabela 2 – Forma de Construção (contém 25 secções da letra A a Z cobrindo a forma de construção como trabalho de escavação, trabalho betão *in situ* etc. Esta não tem subdivisões mas e usada em conjunto com a tabela 3)

Tabela 3 – Materiais – (contém 25 secções da letra a a z e cobre todos os materiais usados nos trabalhos de construção (metal, madeira, vidro etc)). As tabelas 2 e 3 encontram-se posicionadas na 3 divisão

¹ As quatro divisões que compõe o CI/SfB são divididas em tabelas, sendo que a 1ª divisão corresponde à tabela 0, 2ª divisão à tabela 1, a 3ª divisão às tabelas 2 e 3, por fim a 4ª divisão corresponde à tabela 4.

Tabela 4 – Atividades e Requerimentos (contem 25 secções de A a Z e cobre tudo que resulte do processo de construção como energia, aquecimento, iluminação incendio, etc.)

2.5.4 EPIC (European Production Information Co-operation)

- **Origem do EPIC**

O EPIC é um sistema de classificação dos produtos de construção e foi desenvolvido pela Comissão Europeia² em 1990 em Londres e organizado pela RIBA, com o objetivo de discutir a necessidade de cooperação entre as informações sobre os produtos europeus e a operação das bases de dados das informações dos produtos de construção. O EPIC foi projetado para ser um sistema comum de referência para a indústria de construção europeia e para o acesso às informações sobre os produtos para além das fronteiras nacionais. A primeira versão foi publicada em 1994, baseado na estrutura da ISO 12006-2, e a segunda versão em 1999. O EPIC destina-se a padronização de classificação dos produtos da construção e teve como objetivo tornar-se um sistema reconhecido a nível internacional [31,36]. Este sistema fornece uma estrutura básica comum para os bancos de dados de produtos, que podem ser utilizadas como forma de comunicação internacional entre bases de dados nacionais. O foco deste sistema, é a definição de um conjunto comum de grupos de produtos de construção, incluindo anotações, com o intuito de facilitar a transferência de dados nacionais e harmonizar os seus padrões.

O principal objetivo do EPIC é a classificação dos produtos (identificação e organização) e atributos. As principais características do EPIC são a flexibilidade e facilidade de uso: Flexibilidade na definição de grupos de produtos e atributos relevantes e na viabilização de vários graus de detalhe, de acordo com as necessidades específicas do usuário e facilidade de uso na introdução de termos mais práticos, em vez de termos funcionais abstratos [31].

- **Estrutura do sistema EPIC**

Este sistema é composto por quinze divisões expressas pelas letras de A a Q, cada uma dividida numa serie de números. Estas divisões podem ser combinadas com mais dois grupos, através

²Elements of WTCB/CSTC em Bruxelas, RIBA Information Services em Londres (UK), NBS Services, Newcastle upon Tyne UK, Swedish Building Centre Sweden, CSTB Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Sophia Antipolis e STABU foundation França, Ede Holanda

do símbolo dois pontos”:", sendo estes X para materiais de Construção e Y para propriedades e características do produto. As quinze divisões são as seguintes [36]:

- A- Tratamento e Retenção do Solo
- B- Produtos de construção
- C- Divisão local e estrutural
- D- Acesso, Barreiras, Circulação
- E- Cobertura, Revestimento e Forro
- F- Objetivo geral: Tecido da construção
- G- Fornecimento e distribuição de líquidos e gases
- H- Tratamento de resíduos
- I- Energia elétrica e iluminação
- J- Climatização
- K- Informação e comunicação
- L- Transporte
- M- Objetivo geral: serviços
- N- Utensílios e mobiliários

2.5.5 CAWS (Common Arrangement of Work Sections)

- **Origem do CAWS**

Common Arrangement of Work Sections (CAWS) teve a sua primeira publicação em 1987 com o objetivo de ser o sistema de classificação dos setores de trabalho do Reino Unido. Este sistema é uma convenção de trabalho destinado a promover a padronização e coordenação detalhada entre folhas de medição de quantidades de projetos e especificações. Foi desenvolvido pelo CPIC (Construction Project Information Committee) e foi utilizado para a preparação da *National Building Specification* (NBS) , *National Engineering Specification* (NES) e do *Standard Method of Measuring Building Works 7ª edition* (SMM7). Desde a sua publicação, CAWS tem sido usado para a preparação de documentos de projeto de construção. No decorrer desse uso e com os progressos na tecnologia da construção, várias opiniões indicaram que poderiam ser feitas adições e alterações úteis. Em 1998 foi publicada a segunda edição, na qual

alinha este sistema com *Unified Classification for the Construction Industry* (Uniclass), tendo como objetivo [31,40]:

- A coordenação eficaz entre desenhos, especificações e extração de quantidades, permitindo uma leitura mais eficaz de todos os documentos relevantes;
 - Fornecer acesso fácil à localização de informações relevantes, uma vez que a utilização de especificações padrão permite uma melhor consistência de conteúdo técnico e descrição;
 - Reduzir os erros e as discrepâncias entre os documentos, permitindo a uma redução da repetição da informação e documentos que mais simples de preparar e usar;
 - Permitir aos fornecedores, dividir as informações do projeto em pacotes de trabalho, para que exista uma distribuição mais fácil de informações.
-
- **Estrutura do sistema e tabelas**

As principais categorias de setores de trabalho são[41]:

- A- Preliminares e condições gerais.
- B- Edifícios, estruturas e unidades.
- C- Local existente, edifícios e serviços.
- D- Fundações
- E- Betão *in situ* e betão pré-moldado.
- F- Alvenarias
- G- Toscos estruturais, metal e madeira.
- H- Revestimentos e cobertura.
- I- Impermeabilização.
- J- Forros, bainha e compartimentos seco.
- K- Janelas, portas e escadas
- M- Superfícies
- N- Móveis e equipamentos.
- P- Diversos artigos da estrutura
- Q- Pavimentação, plantação, vedação e mobiliário no local.
- R- Sistemas de disposição
- S- Sistemas de abastecimento
- T- Aquecimento, frio e sistemas de refrigeração.

- U- Sistemas de ventilação e ar condicionado.
- V- Sistemas elétricos.
- W- Sistemas de proteção, comunicação e segurança.
- X- Sistemas de transporte
- Y- Serviços de engenharia geral.
- Z- Especificações da construção

2.5.6 Uniclass (Unified Classification for the Construction Industry)

2.5.6.1 Uniclass

- **Origem do Uniclass**

O *Uniclass* foi desenvolvido no Reino Unido pelo Comité de Informação do Projeto de Construção (“*Construction Project Information Committee – CPIC*”), liderado por especialistas da NBS (*National Building Specification*) e baseou-se nos princípios da norma ISO-12006, que se refere à organização da informação de obras de construção [31].

O Uniclass é um sistema de classificação de informação unificado para a indústria da construção do Reino Unido, com o objetivo de ser utilizado no planeamento e gestão da construção. Este sistema de classificação foi publicado pela primeira vez em 1997 e deriva da necessidade de atualização do CI/SfB.

Um dos objetivos dos autores do sistema de classificação Uniclass foi unificar todos os sistemas em uso, no Reino Unido, no momento. O sistema incorpora o CAWS que representa um sistema para a correlação entre quantidades e especificações de trabalhos da construção de edifícios, o EPIC que se trata de um sistema para a classificação e codificação de materiais, o CESMM3 que representa a medição de trabalho de engenharia civil e por fim o CI/SfB que classifica os trabalhos de construção de edifícios. Por conseguinte, esta norma nacional está em consonância com o quadro proposto pela ISO 12006-2, que estabelece pressupostos/linhas gerais para o desenvolvimento de um sistema abrangente para todo o setor da construção. Assim, surgiu o Uniclass, um novo sistema de classificação com quinze tabelas, cada uma com subtítulos e códigos que, segundo seus autores, cobrem os interesses de toda a indústria da construção. Cada quadro representa uma faceta diferente de informações de construção e estão unidos por um sistema de codificação simples, que é adequado para aplicações informáticas e pode ser utilizado separadamente ou em combinação, para [40]:

- Organizar bibliotecas
- Coordenar as informações do projeto
- Estruturação técnica e informação de custos
- Desenvolver estruturas para bancos de dados
- **Estrutura do sistema Uniclass**

Este sistema encontra-se estruturado como o CI/SfB, com tabelas classificadas da letra A – Q, que, por sua vez, se encontram subdivididos num conjunto de números. As letras A, B e C são resumos gerais sobre o formulário de informação e gestão. As letras D, E, F, G, H e K descrevem instalações, espaços, elementos e operações para as obras de construção civil e arquitetura. Por fim as letras L, M, N, P e Q são úteis para classificar a informação dos produtos e matérias da construção [42]. As letras das tabelas seguidas de números podem ser combinadas através dos símbolos “+”, “/”, e “:” [36].

O Uniclass apresenta uma classificação facetada em que cada tabela apresenta aspetos distintos da informação na construção. A classificação pode ser utilizada separadamente (classificação de uma única tabela) ou em conjunto com outras tabelas de modo a classificar assuntos complexos:

- A: Formato/Tipo de informação
- B: Especialidades
- C: Gestão
- D: Instalações
- E: Elemento de construção
- F: Espaços
- G: Elementos construtivos de edifícios
- H: Elementos construtivos de obras de engenharia civil
- J: Atividades de construção em edifícios
- K: Atividades de construção em trabalhos de engenharia civil
- L: Produtos de construção
- M: Recursos complementares à construção
- N: Propriedades e características
- P: Materiais

- Q: Classificação decimal universal

- **Tabelas**

Apresentam-se, de seguida, mais pormenorizadamente o conteúdo de cada tabela.

A primeira tabela deste sistema de classificação, Tabela A “Forma de informação”, não classifica o conteúdo de informação, mas sim a forma como está arquivada, a natureza e estado da mesma.

A Tabela B “Especialidades e agentes de construção”, estrutura a informação por matérias ou especialidades.

A Tabela C “Gestão” representa a gestão de projetos em função do ciclo de vida no qual a informação é pedida e classifica a gestão de projetos como assuntos.

A Tabela D “Instalações”, tem como funcionalidade classificar os trabalhos de construção de acordo com a atividade do utilizador. Cada código poderá ser utilizado para classificar um complexo, um elemento de construção ou um espaço. Esta tabela tem como base a tabela 0 do CI/SfB relativo a edifícios.

A Tabela E “Elementos de construção”, classifica os elementos de construção de acordo com a forma física ou função básica, ao contrário da tabela D, que o faz em função da atividade do utilizador.

A Tabela F “Espaços” classifica a informação segundo a localização, escala, interioridade, mas não em função do seu uso.

A Tabela G “Elemento de construção”, classifica as partes físicas dos edifícios, a função predominante do edifício e pode ser utilizada na organização de projeto e informação sobre custos. Pode ser comparada à tabela 1 do CI/SfB, ainda que com algumas diferenças.

A Tabela H “Elementos construtivos de obras de engenharia civil”, utiliza os mesmos princípios da tabela E. Para cada tipo de elemento de construção a tabela classifica as grandes partes funcionais. Destina-se, sobretudo, à análise de custo e estimativas orçamentais.

A Tabela J “Atividades de construção em edifícios” é utilizada para organizar informação de especificações e quantidades de trabalho e para classificar informação de operações de construção.

A Tabela K “Atividades de construção em trabalhos de engenharia civil”, baseada no CESMM3, tem aplicação semelhante à da anterior, enumerando-se alguns exemplos dessa tabela: Estudo do terreno, terraplenagem, demolição, processos de especialistas geotécnicos, betão *in situ*, betão pré-fabricado, assentamento e escavação auxiliar, trabalho em metal, madeira, estradas e pavimentação, túneis, alvenaria, pintura, impermeabilização.

A Tabela L “Produtos de construção”, é utilizada para classificar informação técnica relacionada com produtos de construção.

A Tabela M “Recursos complementares à construção”, destina-se à classificação de informação técnica relacionada com máquinas e equipamentos ao longo do processo construtivo.

A Tabela N “Propriedades e características”, destina-se à classificação de informação de matérias relacionadas com propriedades e características

A Tabela P “Materiais”, destina-se à classificação dos diferentes tipos de materiais.

Por fim a Tabela Q “Classificação Decimal Universal (CDU)”, classifica elementos complementares à classificação geral, como sejam: o tempo, o local, etc [34].

2.5.6.2 Uniclass 2015

- **Origem do Uniclass 2015/Alterações Uniclass**

As tabelas apresentadas anteriormente relativas ao sistema Uniclass não cobrem a construção, infraestruturas e engenharia de forma consistente, não funcionando bem em conjunto. Então, surge uma atualização deste sistema de classificação, denominado como Uniclass2. Esta atualização fornece uma abordagem estruturada para a classificação da informação do edifício estendendo-se, também a todos os aspetos do ambiente construído. Como resposta ao feedback da indústria relativamente às tabelas publicadas pelo CPI em 2013, surge o Uniclass2015. Este

sistema agrupa a informação em tabelas que podem ser vistas com um aumento de detalhe de forma hierárquica como podemos ver na Figura 13.

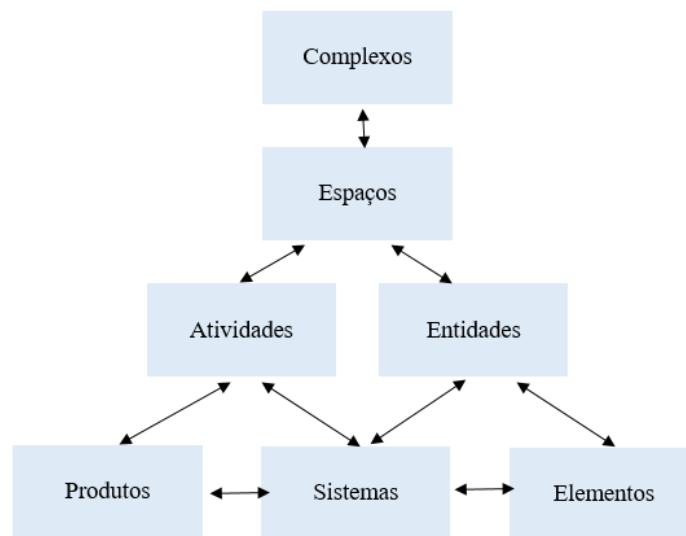


Figura 13. Hierarquia das tabelas do Uniclass 2015 [43].

O conceito BIM defende a gestão da informação desde a conceção até a demolição e a troca destas informações com as pessoas certas no momento certo. É necessário que se obtenha uma classificação unificada para garantir que as informações estejam estruturadas de mesma forma por todos os intervenientes. Esta atualização da Uniclass deveu-se a problemas tais como[44]:

- Alcance - algumas tabelas cobrem a arquitetura (edifícios e paisagem) civil e processos de engenharia, mas outros apenas lidam com um ou dois desses setores - Tabela F cobre apenas espaços arquitetónicos por exemplo, e Tabela K cobre apenas seções de trabalho para engenharia civil.
- Código - A maioria das tabelas utilizam uma codificação numérica abaixo do Nível 1, mas duas delas usam uma codificação alfanumérica (Tabelas J e K). A maioria respeitam o "limite de dez", mas alguns usam dois dígitos em alguns níveis (por exemplo, tabelas F e L).
- Profundidade - profundidade das tabelas não é consistente - algumas tabelas composto por sete níveis (Tabelas D, L e M), outras (Tabela K) tem apenas dois.
- Colocação Objeto - Tabelas J e K colocam os objetos que estão classificados ao mesmo (ou mais baixo) nível por toda parte, mas as outras tabelas colocam os objetos em qualquer um dos 2-5 níveis. Ou seja, em algumas tabelas um determinado nível pode ser usado da mesma forma para grupos de objetos, como para objetos individuais.

- Granulação - em alguns quadros, os objetos de nível mais baixos diferem acentuadamente em 'escala', em outros eles são mais consistentes. Por exemplo, em refinarias de petróleo (Tabela D D165 3) e caixas de sinal (D116 1) são classificados como "instalações" sem subdivisão.

Tomando as questões descritas acima, segue-se as propostas para o Uniclass 2 [44]:

- Alcance: Todas as tabelas cobrem a arquitetura (edifícios e paisagem), civil e engenharia de processos.
- Codificação: Todas as tabelas usam codificação numérica abaixo do nível 1. Todos os códigos de nível em todas as tabelas será de dois dígitos, 00-99 potencialmente.
- Profundidade: Todas as tabelas terão quatro níveis, sempre que possível, e cinco níveis caso contrário. Os quatro níveis seria:
 1. Tabela Ee
 2. Grupo 30
 3. Subgrupo 65
 4. Objeto 88

Por exemplo, um código de objeto pode então ser Ee-30-65-88.

- Colocação Objeto: Todas as tabelas definirão objetos individuais no nível mais baixo. Em níveis mais altos, serão apresentados os grupos e subgrupos de objetos.
- Granularidade: Objetos dentro de uma determinada tabela no nível mais baixo, apresentam granularidade similar. No entanto existem alguns limites para isso, por exemplo, os tijolos e fechaduras das portas são produtos fabricados, e seriam listados no nível mais baixo da tabela Produtos, mas um é muito mais simples do que o outro.
- Alinhamento entre Tabelas: As tabelas estão estruturadas de forma que eles se alinhem, e sua terminologia revista de modo que seja consistente entre as tabelas. Se possível, a codificação serão combinadas entre tabelas.
- Falta de Tabelas: Serão criadas tabelas para objetos perdidos, tais como Atividades. As tabelas serão sequenciados para refletir o cronograma do projeto.
- Abordagens alternativas para a classificação: cada tabela vai integrar apenas uma abordagem completa de classificação. Em particular, a função será usada como uma abordagem unificadora para a classificação de objetos de nível mais alto (de Regiões para os Espaços, e Sistemas FF & E - baseado no atual Uniclass tabela D), por exemplo,

Regiões agrícolas, distritos agrícolas, instalações agrícolas, as atividades agrícolas, espaços agrícolas e sistemas agrícolas FF & E.

Após estas propostas para a Uniclass 2, esta versão atraiu um *feedback* considerável que tem sido usado para fazer alterações, sendo a mudança mais significativa a remoção da tabela *Work Results*, surgindo assim a versão Uniclass 2015. Esta versão fruto do desenvolvimento do CPIC, Uniclass 2, é agora citado pelo prefácio nacional do UK para a ISO 12006-2 como resposta do UK a uma norma internacional, colocando este sistema num notável nível de importância.

Uniclass 2015 foi reestruturado e remodelado com o intuito de proporcionar um sistema global adequado para toda a indústria, incluindo serviços de infraestrutura, paisagem, engenharia, bem como como o setor da construção, em todas as fases do ciclo de vida de um projeto.

No entanto, é reconhecido pelos autores deste sistema de classificação, que ainda muito trabalho terá de ser feito e que o sistema de classificação será finalizado devido às emergentes tecnologias na construção. Apenas quatro das onze tabelas propostas pela Uniclass 2015 foram publicadas em Julho de 2015³ (ver Figura 14) [43].

Table	Status
Pr - Products	Published July 2015
Ss - Systems	Published July 2015
Ee - Elements	Published July 2015
Zz- CAD	Published July 2015
Ac - Activities	Beta status - consultation ongoing
En - Entities	Beta status - consultation ongoing
Co - Complexes	Beta status - consultation ongoing
SL - Spaces/ locations	Beta status - consultation ongoing
CA - Construction aids	Draft status - initial consultation started
FI - Form of information	Draft status - initial consultation started
PM - Project management	Draft status - initial consultation started

Figura 14. Tabelas Uniclass 2015, estado e publicação [43].

2.5.7 Masterformat

- **Origem do MasterFormat**

³ As onze tabelas propostas para o Uniclass 2015 são : Pr-Produtos ; Ss-Sistemas ; Ee- Elementos; SL – Espaços/Locais; Zz – CAD ; Ac – Atividades ; En- Entidades; Co- Complexos; CA- Auxiliares de Construção; FI- Forma da Informação; PM - Gestão do Projeto.

As especificações para edifícios grandes e complexos tornou-se bastante extenso, com muitos "capítulos" ou seções. Cada arquiteto/engenheiro usa diferentes métodos para organizar e identificar essas especificações. Com a explosão de novas tecnologias e com mercados altamente competitivos para a subcontratação e aquisição de materiais, após a Segunda Guerra Mundial, processo de organização das especificações da construção civil tornou-se numa problemática para a indústria da construção. Com o advento da construção mais complexa, percebeu-se a necessidade de uma organização padronizada para as informações da construção. Deste modo, tornou-se cada vez mais necessário subdividir, e organizar a grande quantidade de informações em partes mais organizadas e compreensíveis.

Por razões de conveniência, para estimativas mais rápidas, verificou-se a importância de uma organização adequada das especificações e de uma série de capítulos ou seções que tratam de diferentes fases do trabalho de construção. Com o aumento da complexidade, tornou-se bastante difícil atribuir ou organizar seções de subcontratos ou trocas.

Até abril de 1963, quando o formato de *CSI Format for Building Specifications* foi publicado, cada especificador organizou as especificações em série de divisões ou seções que, de certa forma, seguiram uma relação de tempo ou ordem cronológica relacionada com a ordem de execução de várias partes do trabalho de construção. Por exemplo, as especificações para escavação foram logicamente colocadas no início, seguido de especificações para a construção de edifícios, fundações e estrutura, instalação de portas e janelas, aplicação de acabamentos de construção e instalação de produtos especiais, equipamentos e mobiliário. Para além destes, também foram construídos os trabalhos de canalização, aquecimento, ventilação, proteção contra incêndio, energia elétrica, iluminação, sistemas de comunicação. A partir de um escritório para outro e até mesmo dentro do mesmo escritório, as especificações eram frequentemente escritas sem uma ordem uniforme de seções. Por vezes, era em ordem alfabética em vez de seguir a sequência normal de construção. Isso fez com que as informações se tornassem de difícil acesso para os empreiteiros que, tem que trabalhar com documentos para vários projetos produzidos por vários especialistas. Outras vezes, a ordem apresentada no caderno de encargos era inconsistente com a sequência de construção real.

Tornou-se evidente que uma grande revisão era necessária para a organização das seções de especificações e que um sistema uniforme beneficiaria todas as partes no processo de construção. O uso de formatos padronizados serve um guia de sequenciamento para a

organização das informações e proporciona um padrão que permite que os leitores familiarizados com o formato localizem e recuperem as informações facilmente [45].

Um dos principais motivos da CSI ser formada em 1948 foi para resolver a questão acima descrita. No início de 1960 a *CSI Format Task Force* foi criada para desenvolver um formato comum para a organização de especificações de construção. Em 1961, um projeto inicial de diretriz para especificações e organização, "*Format and Arrangement of Specifications and Related Documents*" foi desenvolvido, seguido depois de uma conferência, em 1962, um segundo rascunho. Este segundo rascunho de especificações organizados em 22 divisões continuou o trabalho e depois de uma conferência em 1963, os esforços do grupo de trabalho foram publicados no formato *CSI Format for Building Specifications*. Em 1963, o CSI incluiu 16 divisões para organizar os diversos assuntos em cada divisão. Em 1964, o original *The CSI Format for Building Specifications* foi atualizado e formalmente publicado pelo CSI. O *CSI Format* continuou a crescer e começou a ser plenamente aceite. No início de 1996, a edição de 1995 do *MasterFormat- Master List of Numbers and Titles for the Construction* (note-se que o nome mudou) foi publicado pela *Construction Specifications Institute CSI* e *Construction Specifications Canada CSC* [45]. Este sistema foi amplamente adotado e usado na indústria da construção no Norte da América. O *MasterFormat*, desde então, foi revisto várias vezes sendo a sua última atualização em 2014 (ver Figura 15).



Figura 15. MasterFormat 2014 [46].

Este sistema é usado por individuais e empresas, em todos os sectores da indústria da construção para organizar manuais do projeto e informações detalhadas de custos e relacionar as notações dos desenhos com as especificações [46]. O *MasterFormat* consiste numa lista de títulos e

números classificados por atividades de construção e utilizados na organização das especificações, dados do produto, e outras informações da construção para a maioria de projetos de edifícios e construção de projetos comerciais na América do Norte. Ao padronizar essas informações, este sistema facilita a comunicação entre os arquitetos, orçamentistas, empreiteiros e fornecedores [46,47]. Para além de titular e organizar os manuais de projeto, os participantes no processo de construção podem usar este sistema para outras aplicações, adaptando os seus princípios de organização para essas aplicações, tais como a organização de bases de dados de custo da construção, notações de desenho em coordenação com as especificações, coleções de dados técnicos, dados de gestão de instalações, entre outros. Embora forneça uma lista detalhada e ordenada de possíveis títulos, MasterFormat é projetado para maximizar a flexibilidade para usuários individuais. Assim, para cada projeto, o usuário é livre de atribuir novos números para novos títulos nos locais apropriados (ver Figura 16) [48].

- **Estrutura do MasterFormat**

Os grupos são divididos em subgrupos. Subgrupos não são numerados, mas são divididos em divisões numeradas. As divisões representam o nível superior (Nível 1) na hierarquia do sistema de classificação. Estas incluem conjuntos de títulos numerados (Níveis 2-4). Numa aplicação manual do projeto, os títulos são chamados de secções que especificam os "Work Results" (Níveis 2-4). Os *Work Results* são aspetos permanentes ou temporárias de projetos de construção obtidos na fase de produção ou por uma alteração posterior, manutenção ou processos de demolição, através da aplicação de uma determinada competência ou troca de recursos de construção. Assim temos como grupos e subgrupos deste sistema [48]:

- Grupo de Aquisição e Requisitos de contratação (Divisão 00) contém:
 - Informações introdutórias: indexação e documentos de informação geral são encontrados no início de manuais do projeto.
 - Condições do mercado e requisitos de contratação: são usados para definir as relações, processos e responsabilidades para os projetos.
- Grupo Especificações: Este grupo contém os seguintes cinco subgrupos. Cada subgrupo é dividido em diferentes divisões. Este grupo aumentou o número de divisões na última revisão, de 16 divisões de 49 divisões, (16 dos quais estão reservados para futura expansão).
 - Subgrupo Requisitos Gerais: Divisão 01.
 - Subgrupo Serviços de construção: Divisões 02-19.

- Subgrupo Serviços Gerais: Divisões 20-29.
- Subgrupo Local e infraestrutura: Divisões 30-39.
- Subgrupo Processo de equipamentos: Divisões 40-49

O sistema MasterFormat é constituído por 4 níveis e cada nível é composto por dois dígitos de números. O nível 1 é formado por conjunto de número já referidos de 00-49, seguidamente, o nível 2 é representado por três pares de dígitos acabando com 00 (XX|XX|00), o terceiro nível também é composto por 3 pares de dígitos (XX|XX|XX) e o nível 4 é construído com o intuito de diferenciar os tipos de produtos e é constituído por três pares de dígitos seguindo um ponto decimal e mais dois dígitos de número (XX|XX|XX.XX). Por fim, ainda é possível construir um quinto nível, caso o nível anterior apresente um assunto geral, com três pares de dígitos referentes ao nível 3, um ponto decimal com mais dois dígitos correspondendo ao nível 4 e finalmente acrescenta-se mais um ponto decimal e qualquer combinação de letras e número, formando o nível 5, como podemos ver na Figura 16. É importante referir que o nível 5 serve apenas para uso interno, pois os títulos e números incluídos nos manuais de projeto e outras aplicações estão limitados ao nível 4.

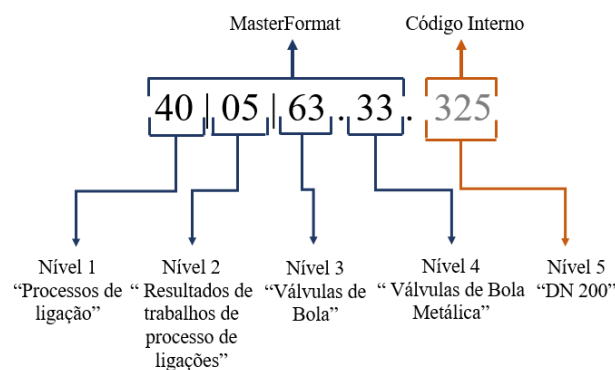


Figura 16. Composição do código MasterFormat.

2.5.8 Uniformat

• Origem do Uniformat

A construção precisa de uma estrutura de classificação para fornecer uma referência consistente para a descrição, análise econômica, e gestão dos edifícios durante todas as fases do seu ciclo de vida. Isto inclui o planeamento, programação, projeto, construção, operação e demolição. A necessidade de uma classificação elementar é mais visível na avaliação económica de construção de alternativas na fase de conceção. Uma forma de se obter alternativas de

estimativa de custos do ciclo de vida do projeto, é realizar extração de quantidade detalhadas de todos os materiais e as tarefas associadas à construção, operação e manutenção dos edifícios[49].

Neste decorrer em 1973, a “Hanscomb Associates”, nos Estados Unidos, desenvolveu um formato elementar designado MASTERCOST para o Instituto Americano dos Arquitectos (“American Institute of Architects – AIA”), enquanto a Administração de Serviços Gerais (“General Services Administration – GSA”) também estava a desenvolver um formato elementar que se chamava *Uniformat*. A AIA e a GSA entraram em acordos e definiram que o formato se iria chamar de *Uniformat*. No entanto, este formato nunca foi reconhecido nos Estados Unidos como um sistema de classificação. Então, em 1989 desenvolveu-se a norma “ASTM Standard Classification for Building Elements” para a classificação de elementos de construção, baseada na *Uniformat* original, passando a designar-se *Uniformat II*. A construção de informações organizadas de acordo com os elementos de construção foi introduzido pela primeira vez no CI/SfB [49,50].



Figura 17. Uniformat 2010 adaptado, [50].

O Uniformat, é utilizado para a classificação de edifícios de construção durante todo o seu ciclo de vida e para os utilizadores não precisarem de recorrer a várias classificações elementares, assegurando a coerência na avaliação económica de projetos de construção ao longo do seu ciclo de vida e de projeto para projeto. Este sistema é um método de organização de informações da construção com base em elementos, ou partes de uma instalação caracterizadas pelas suas funções, sem ter em conta os materiais e métodos utilizados para a sua realização. Estes elementos são muitas vezes referidos como sistemas ou montagens. Uniformat é utilizado frequentemente em especificações de desempenho e descrições de projetos preliminares (PPD).

O uso do presente sistema é mais notável como um formato, para os orçamentistas apresentarem estimativas de custos durante a fase de desenho conceptual (ver Figura 18) [49].

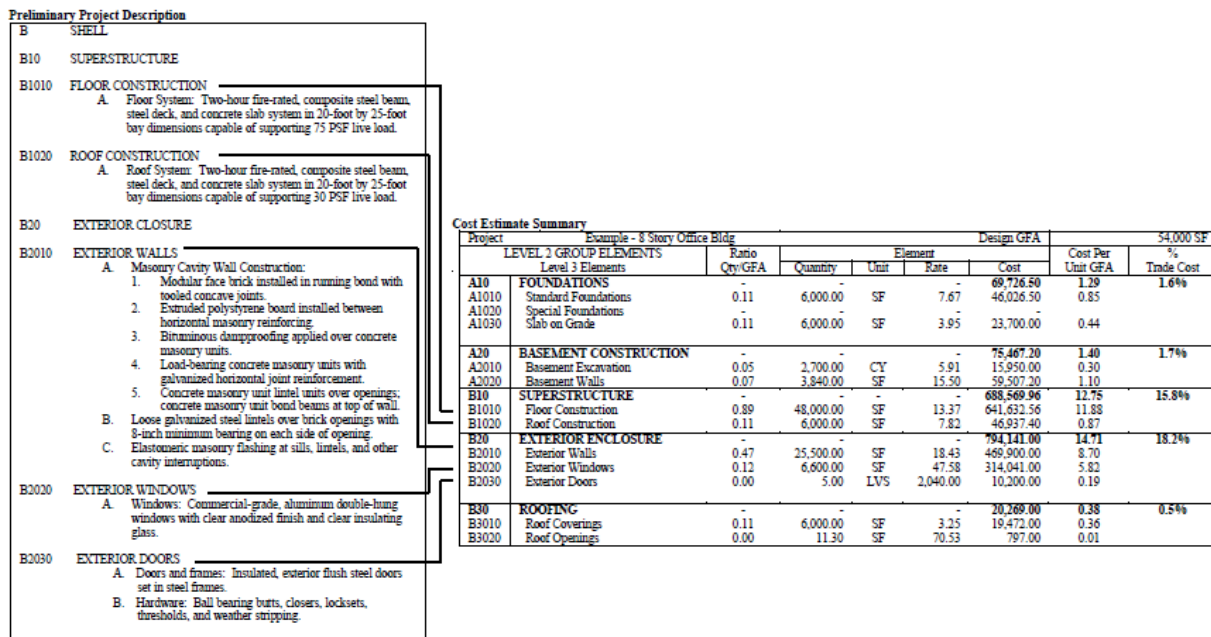


Figura 18. Descrição Preliminar dos Projetos e Estimativas de Custos [49].

• Estrutura do Uniformat

A hierarquia Uniformat compreende as categorias de informações de construção separados pela sua função especial e classifica as informações em 9 categorias principais, que podem ser usadas para organizar as descrições resumidas de projetos, assim como as informações preliminares sobre custos. A primeira categoria, Introdução, não tem designação de letra pois o conteúdo que esta representa não é de construção mas um conjunto de informações básicas que permite que os usuários ofereçam aos leitores uma introdução do projeto antes de lerem os detalhes de construção. Estas categorias contém requisitos de aquisição e contratação permitindo que este sistema seja usado como uma estrutura de contratação para projetos de construção. A categoria Z também não contém informações sobre a construção de sistemas, e encontra-se como ultima letra do alfabeto, de modo a que o sistema possa expandir para além do edifício de construção [49,50].

Introdução

A- Infraestrutura (fundações, escavações)

B- Casca (superestrutura, recinto exterior, cobertura)

- C- Interior (construção interior, escadas, acabamento interior)
- D- Serviços (sistemas de transporte, canalização, AVAC, sistema de proteção ao fogo)
- E- Equipamento e mobiliário
- F- Construção especial e demolição
- G- Localização de obras (preparação do local, melhorias no local, elétrica, mecânica)
- Z- Geral (requisitos gerais, licitação, estimativa de custo de projeto).

Para se compreender melhor como se processa as divisões dos cinco níveis no *Unifomat II*, apresenta-se um exemplo para a letra A [49,50]:

Exemplo do Nível 1 A – Infraestrutura

Exemplo do Nível 2 A10 – Fundações

Exemplo do Nível 3 A10: A1010 – Fundações Padrão;

Exemplo do Nível 4 A1010: A1010.10 – Paredes de Fundação

Exemplo do Nível 5 A1010: A1010.10. 03.30 – Betão

As letras e os títulos do nível 1 são categorias fixas e não devem ser alteradas na aplicação. O nível 2 é constituído pela letra da categoria e designação a que pertence acrescentado um número de dois dígitos. A designação alfanumérica e títulos do nível 2 também não devem ser alterados. Os níveis 3 e 4 aparecem como subdivisão do nível 2 e possui a designação alfanumérica do nível dois acumulando mais dois dígitos para o nível 3 e 4, sendo que o nível 4 deve separado por um ponto decimal. Apesar de estes últimos dois níveis serem fixos e de não deverem ser alterados, o nível 4 não se encontra dentro de uma subclasse do nível 3, permitindo a flexibilidade ao usuário de atribuir as próprias denominações. As nomenclaturas abaixo do nível 4 podem ser atribuídas pelo usuário e devem conter a designação alfanumérica da categoria até ao nível 4 e caracteres adicionais, podendo estes ser um número dois dígitos, código alfanumérico ou um número correspondente ao MasterFormat separado por um ponto decimal, como podemos identificar no exemplo acima.

2.5.9 Omniclass

- **Origem do Omniclass**

O sistema de classificação da construção *Omniclass Construction Classification system* (Omniclass ou OCCS *Overall Construction Classification System*), elaborado pelo CSI,CSC e

IAI, é um Sistema de classificação para a indústria da construção, usado para organizar a biblioteca de materiais, literatura de produtos, informação do projeto. Este sistema incorpora outros sistemas, como tabelas do MasterFormat para resultados de trabalho, UniFormat para elementos e EPIC para produtos [47].

O Omniclass resultou de uma necessidade da existência de um padrão internacional relacionado com a gestão de informações da construção e da necessidade de um sistema de classificação para organizar a quantidade de informação criada durante o ciclo de vida de uma construção, coordenação de atividades multidisciplinares e pessoas, da necessidade de manter todas as partes de um projeto permanentemente informadas, da falta de uma estrutura organizacional coerente e que acompanhe o armazenamento e o uso eficaz da informação de todo o edifício [31]. Este sistema surge em 2006 e ganhou notoriedade desde que a *Building Smart alliance* identificou o seu uso no desenvolvimento da primeira versão do NBIMS (*National BIM Standard*) [51]. Este sistema de classificação é composto por 15 tabelas para classificar o ambiente construído ao longo de todo o ciclo de vida do projetos de construção e combina diversos sistemas de classificação já existentes num só sistema, baseado na norma internacional ISO 12006-2 [47].

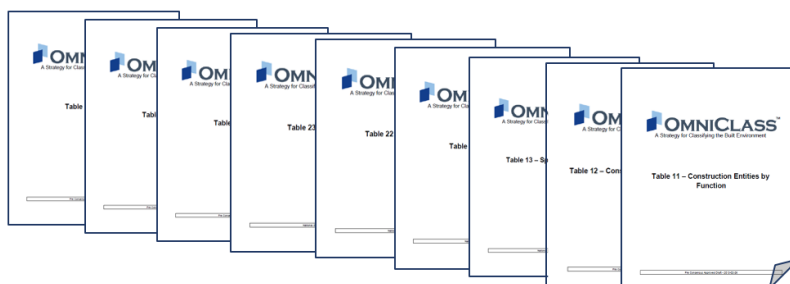


Figura 19. Tabelas Omniclass.

Os conceitos presentes neste sistema derivam de normas elaboradas pela ISO-12006 e pela Sociedade Internacional de Informação de Construção (ICIS). Desta forma, o Omniclass é compatível com normas de sistemas de classificação internacionais cumprindo com objetivo de ser um padrão aberto e extensível, disponível para a indústria de AEC com a troca aberta entre os diferentes participantes no seu desenvolvimento.

O Comitê de desenvolvimento Omniclass, acredita que este promove a capacidade de mapear entre sistemas de classificações desenvolvidas em todo o mundo. Além disso, o uso do código numérico foi uma opção importante, devido ao uso comum de letras e uso de alfanumérico por herança documentos normalizados / esquemas, poderem levar a confusões. Ainda, há interesse

manifestado pelos países asiáticos neste sistema, já que, outros sistemas normalmente usam codificação alfanumérica que não é adequado a esses países. A codificação numérica não apresenta este problema, uma vez que é universal e é fácil de expandir o código usando combinações de números [31,47].

- **Estrutura do sistema Omniclass**

Este sistema utiliza uma classificação facetada. Este tipo de classificação permite uma exploração voltada para o utilizador, ou seja, um extenso conjunto de dados que pode ser progressivamente filtrado consoante as escolhas do utilizador até se encontrar um conjunto de dados que vai ao encontro das suas necessidades [52]. A título de exemplo apresenta-se o conceito de classificação facetada no contexto do Omniclass:

22-22 10 00 – Tubo de canalização como secção de trabalho

23-27 39 00 – Tubo como produto

11-21 00 – Sistema de produção

Assim temos um tubo conforme especificado numa secção de trabalho de canalização como parte de um processo de instalação.

O comité do OCCS elaborou as seguintes regras para o uso de símbolos para combinar as diferentes tabelas. Estes símbolos podem ser úteis na aplicação Omniclass às bases de dados de arquivos, marcação de dados com as classificações Omniclass adequadas, ou catalogar os materiais de bibliotecas ou outros objetos físicos. Como exemplo da aplicação destes símbolos temos [47]:

11- 11 11/ 11-17 24 Escritórios e unidades comerciais

21-51 51 00+13-15 11 34 11 Produtos de sistema de climatização (HVAC) para escritórios

13-15 11 34 11 <11-13 24 11 Um espaço de escritório que é parte de um hospital

- **Tabelas**

No sistema OmniClass, cada tabela representa uma faceta diferente de informações de construção e pode ser usado de forma independente para classificar um tipo específico de informação, ou podem ser combinadas tabelas diferentes para permitir a classificação de assuntos mais complexos [31].

A Tabela 11 “Entidades construídas por função” é a primeira tabela do sistema de classificação em causa e tem como função o uso de uma entidade de construção. Baseia-se na tabela 2 da ISO-12006 (entidades de construção) e 6 (instalações), e com a tabela D de Uniclass (instalações de acordo com uso). Têm ainda por base a tabela 0 do CI/SfB [53].

A Tabela 12 “Entidades construídas por forma”, define o ambiente construído composto de espaços interligados e caracterizados em função da forma. Baseia-se nas tabelas 1 de ISO 12006-2 (construção pela forma) e E de Uniclass (elemento de construção).

Estas últimas tabelas podem ser usadas em conjunto para classificar a forma e função das entidades de construção, como por exemplo uma forma de construção de arranha-céus ser combinada com a função residencial para classificar um prédio alto [54].

A tabela 13 “Espaços por função” descrevem as unidades básicas do ambiente construído, delineadas pelos limites físicos ou abstratos e caracterizada pela sua função ou uso principal. Baseia-se nas tabelas 5 da ISO 12006-2 (espaços por função ou atividade) e tabela F de Uniclass (espaços), sendo que pode usar-se para classificar informação sobre projeto, regulamentos, exigências ou informações de custos [55].

A tabela 14 “Espaços por forma” tal como a tabela anterior descrevem as unidades básicas do ambiente construído, delineado por limites físicos ou abstratos mas com a diferença que caracterizados pela forma física invés da função [56].

A tabela 21 “Elementos”, pode ser utilizada para organizar a informação de tal modo que possa ser usada para as decisões de projeto. Esta tabela baseia-se nas tabelas 7 da ISO 12006-2 (Elementos por função) e 8 (elementos desenhados pelo tipo de trabalho), com a tabela H de UNICLASS (elementos de obras de engenharia civil), que se destina particularmente a análises de custo e a estimativas orçamentais e também ao UniFormat, segundo documentos abordando a classificação específica de assuntos associados com essas tabelas [57].

A Tabela 22 “Resultados do trabalho”, representa entidades concluídas depois de aplicadas todas as matérias-primas e recursos humanos necessários. Apresenta correspondência com as tabelas 9 da ISO 12006-2 e com o sistema de classificação Masterformat. Um resultado de trabalho também pode envolver apenas o trabalho e equipamentos que são utilizados para atingir o resultado desejado. Esta tabela também se baseia-se nas tabelas L do Uniclass

(Produtos), que se baseava na classificação EPIC, na tabela 13 da ISO 12006-2 (Produtos de construção por função) [58].

A Tabela 31 “Fases”. Uma fase é um período de tempo na duração do processo construtivo identificada pelo carácter geral dos processos de construção que nele ocorrem. Fornece o tempo e a dimensão da atividade para o processo construtivo e manutenção do ambiente construído. A transição de uma fase para outra é uma indicação de realização, progresso ou avanço do empreendimento. Esta tabela baseia-se nas tabelas 11 e 12 da ISO 12006-2 [59].

A Tabela 32 “Serviços” baseia-se em ações que incluem qualquer serviço exercido do ambiente construído. Os serviços incluem todas as ações realizadas por qualquer um dos participantes na criação e manutenção do ambiente construído, ao longo do ciclo de vida de qualquer entidade de construção. Esta tabela é baseada na tabela 10 da ISO 12006-2 (Direção e gestão) [60].

A Tabela 33 “Especialidades” representam áreas de atuação e especialidades dos participantes que realizam serviços durante o ciclo de uma entidade de construção. São ainda apresentados sem ter em conta as funções de trabalho que podem ser realizados por indivíduos ou equipas. Esta tabela baseou-se na tabela 15 da norma ISO 12006-2 (Agentes da construção) e na tabela B de Uniclass (Matérias/ Disciplinas) [61].

A Tabela 34 “Funções organizacionais” representam os cargos técnicos ocupados pelos participantes, indivíduos e grupos, que realizam os processos e procedimentos que ocorrem durante o ciclo de vida uma entidade de construção.

Poderá relacionar-se estas funções organizacionais com as entradas de tabela 33 (Disciplinas), permitindo a definição de mais um participante no processo de criação e manutenção do ambiente construído. Por fim esta tabela baseia-se nas tabelas 15 da ISO 12006-2 (Agentes de construção), tabela B de Uniclass (Matérias/ disciplinas) [62].

A Tabela 35 “Ferramentas” representam recursos usados para a elaboração de um projeto, que não seja parte integrante da instalação, incluindo sistemas informáticos, veículos, andaimes e outros exemplos necessários à execução dos processos relativos ao ciclo de vida de uma instalação de construção. Esta tabela baseia-se nas tabelas 14 da ISO 12006-2 (Recursos complementares pela função), na tabela M de Uniclass (Recursos complementares à construção) [63].

A Tabela 36 “Informações”, corresponde a utilização de dados de referência durante o processo de criação e manutenção do ambiente construído. A informação pode ser apresentada de várias formas, entre as quais formas impressas e digitalizados. A tabela Informações classifica principalmente tipos e formas de informação processada, criada, usada e trocada durante o ciclo de qualquer projeto de vida. A tabela 36 baseia-se nas tabelas 16 da ISO 12006-2 (Recursos de informação pelo meio empregue), na tabela A de Uniclass (forma ou tipo de informação) [64].

A Tabela 41 “Materiais”. Esta tabela classifica as substâncias a partir do qual são feitos os recursos de construção. Os exemplos desta tabela descrevem e classificam estas substâncias sem levar em conta a forma que o material pode ter na construção de recursos resultante. Esta tabela baseia-se nas tabelas 17 de ISO 12006-2 (Propriedades e características), na tabela P de Uniclass e na tabela periódica dos elementos e em CI/SfB [65].

Por fim a Tabela 49 “Propriedades” representa as características de entidades de construção. Baseia-se nas tabelas 2 da ISO 12006-1 (Construções pela função ou uso), pela tabela N de Uniclass (Propriedades e características) e pelo CI/SfB [66].

3. FUNÇÃO E APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO

3.1 Introdução

No presente capítulo procedeu-se à correlação e comparação entre os sistemas de classificação e a sua aplicação no processo construtivo. Na aplicação das várias estruturas classificativas será entendido de que forma a aplicação direta destes sistemas de classificação podem ser vantajosos e quais as principais debilidades nesta aplicação. Essa descrição conduz a uma reflexão de requisitos considerados desejáveis num modelo de informação para a gestão da construção.

Consequentemente, também apresentar-se-á a taxonomia criada nesta dissertação (efaClass'), que resultou das constatações da aplicação direta dos sistemas de classificação internacionais existentes.

A validação dos modelos BIM no âmbito desta dissertação apoiam-se sobre diferentes ferramentas. Decidiu-se usar os *software* Revit 2015, Navisworks 2015 e o Excel. Esta escolha baseou-se em dois aspetos fundamentais para além de se focar nos objetivos pretendidos, pois para avaliação de modelos 4D e 5D é necessário um *software* de extração de quantidades, coordenação e simulação. Além disso foi tido em consideração os *software* em uso pela empresa, já que ao utilizar as mesmas ferramentas é garantido uma boa interoperabilidade entre estas e também facilita a comunicação entre as partes, neste caso, o aluno e a Empresa.

Os Projetos desenvolvidos na Empresa Efacec, no departamento de projeto da divisão Águas-Unidade Ambiente da Efacec Engenharia e Sistemas, são instalações de Tratamento e Abastecimento de Águas, assim, para esta dissertação o caso em estudo será uma Estação de Tratamento de Águas (ETAR). De forma a ser possível a validação dos sistemas de classificação em diferentes Edifícios e Sistemas, neste capítulo foram utilizados diferentes Projetos em curso pela Empresa em questão.

3.2 Comparação entre os Sistemas de Classificação Internacionais

Os sistemas de Classificação apresentados contêm informações e metodologias de organização diferentes, tal como a estrutura de classificação, procedimentos e objetivos de cada um. Para isso, é importante refletir sobre as principais características dos principais sistemas de classificação e fazer uma comparação e correlação entre estes sistemas.

MasterFormat:

- Organiza manuais de projeto e informações de custo detalhadas através de listas de número e títulos classificados pelos resultados de trabalhos ou pelas práticas de construção;
- Facilita a comunicação entre os diversos intervenientes do processo construtivo;
- Maximiza a flexibilidade para usuários individuais, permitindo a atribuição de novos números para novos títulos nos locais apropriados na hierarquia deste sistema.

UniFormat:

- Tem uma avaliação económica coerente, fornecendo estimativas de custo coerentes;
- Adequa-se a construções complexas, em que se englobam vários tipos de construções;
- Aplicável a todas as fases do ciclo de vida de um edifício.

Omniclass:

- Atribui informação detalhada sobre o projeto, dados de custo, informação sobre especificações e troca de informações;
- Permite a troca de informação entre os diversos intervenientes;
- Usa código numérico e permite expansão do código;

Uniclass:

- Aplicável a toda a indústria da construção, quanto a materiais, fases de processo construtivo e trabalhos;
- Fornece informação relativa a todo o ciclo de vida de um projeto, como custos, especificações, etc;
- Adequada para edifícios e outros bens em uso, manutenção e gestão das instalações e informação de gestão dos ativos.

Apresenta-se nas tabelas seguintes, uma análise crítica simplificada e direta dos principais sistemas assim como, semelhanças e diferenças entre eles. Esta análise encontra-se apresentada em tabelas (Tabela 5 e Tabela 6) que mostram a comparação e correlação entre os diferentes sistemas.

Tabela 5. Comparação e correlação entre os sistemas de classificação internacionais.

	ISO 12006-2	MasterFormat	UniFormat	Omniclass	Uniclass
Tipo de Obra	✓			✓	✓
Produtos	✓	✓	✓	✓	✓
Materiais		✓		✓	✓
Instalações	✓		✓	✓	✓
Atividades de Construção	✓	✓	✓	✓	✓
Resultados da Construção	✓	✓	✓	✓	
Equipamentos			✓	✓	✓
Serviços	✓	✓		✓	✓
Gestão	✓				✓
Localização das Obras				✓	✓
Espaços	✓			✓	✓

Tabela 6. Correlação entre os sistemas Uniclass e Omniclass com base na ISO 12006-2.

ISO 12006-2		Uniclass	Omniclass	
Entidade	A1	Entidades por forma	12	Entidades construídas por função
	A2,A6	Entidades por função	11	Entidades Construídas por forma
Construções complexas por função ou uso	A3,A6	Complexos; Atividades		
Espaços pelo grau de enclausuramento	A4	Espaços	14	Espaços por forma
Espaços por função ou uso	A5,A6	-	13	Espaços por função
Elementos	A7,A8	Elementos; Sistemas	21	Elementos
Resultados da Construção	A9	-	22	Resultados de trabalho
Direção e gestão	A10	Gestão	32	Serviços
Ciclo de vida do processo construtivo	A11	Fases de Projeto	31	Fases
Informação da construção	A12	Informações de forma	36	Informações
Produtos de construção pela função	A13	Produtos	23	Produtos
Recursos complementares pela função	A14	Ferramentas	35	Ferramentas
Agentes de construção	A15	Disciplinas	33	Disciplinas
		-	34	Regras organizacionais
Propriedades e características da construção	A17	Propriedades	49	Propriedades
		Materiais	41	Materiais

Apesar das tabelas dos sistemas de classificação estarem organizadas de forma diferente, verifica-se que estes mostram-se estar cada vez menos isolados, uma vez que se nota a complementaridade e integração entre eles pela natureza das suas tabelas, pela semelhança de formas e conteúdos. Pode-se testemunhar esta conformidade entre estes sistemas na Tabela 6, que mostra a semelhança entre os sistemas Uniclass2015 e Omniclass, tendo como base, a ISO 12006-2. Relativamente aos sistemas UniFormat e MasterFormat, têm naturalmente, uma relação próxima com o sistema Omniclass, uma vez que as tabelas de ambos estão integrada neste último sistema de classificação.

A extensão e profundidade dos sistemas de classificação são bastante variáveis, pois no caso do Omniclass existem tabelas em que o código pode ter até 8 níveis (Tabela 23 de Produtos) e tabelas em que o código termina ao segundo nível (Tabela 31 das Fases). No caso da Uniclass2015, as tabelas tem uma profundidade mais homogeneizada pois, a maioria das tabelas, tem apenas quatro níveis. Estes dois sistemas também diferem na sua extensão, uma vez, que o Omniclass apresenta 15 tabelas e o Uniclass2015 apenas 10 tabelas. No entanto, a extensão e a profundidade dos sistemas de classificação apenas se consideram aceitáveis se servirem as necessidades dos utilizadores. A questão é, quanto preciso ou profundo deverá ser um sistema de classificação, de modo a permitir uma ampla aplicação destes, para e entre os intervenientes.

Depois de estudar o conceito de sistema de classificação e os principais sistemas de classificação existentes, diversas questões continuam a surgir na sua aplicação, como por exemplo: “Qual sistema de classificação que se vai usar?”. Esta pergunta pode tornar-se desnecessária quando aplicadas nos USA ou UK, pois a resposta será óbvia, porém noutros países, é provável que não seja tão óbvio se não for claro qual o sistema acessível e mais fácil de usar de acordo com as suas necessidades. Os sistemas de classificação estão constantemente a ser revistos, tornando-se questionável qual versão a ser utilizada de um determinado sistema, pois mesmo após o lançamento de novas versões de *software*, estes ainda dependem de sistemas de classificação antigos, por outro lado é necessário ter em conta a quem serão fornecidos os códigos do projeto, pois esses podem não exigir a versão mais recente ou até podem mesmo exigir uma versão preliminar, ou seja, a versão mais recente não é necessariamente a versão mais conveniente. Quando abordados sistemas de classificação como o Omniclass ou o Uniclass2015 que, são compostos nomeadamente por 15 e 10 tabelas, surge a questão de qual

a tabela mais apropriada já que, não é exequível atribuir códigos relevantes de cada tabela a todos os objetos.

3.3 Aplicação dos sistemas de classificação internacionais em projetos no âmbito do 4D&5D

Dada a grande quantidade de informações que são produzidas na construção e aplicadas às diversas partes envolvidas, a criação e manutenção de informações de um edifício são perfeitamente sensíveis para a sua organização e classificação. Assim, a classificação destes elementos informações da construção permite obter todo o conteúdo organizado, de fácil acesso, melhorado e compartilhado.

Ao contrário do que muitas pessoas possam pensar, a classificação não é um novo conceito, até porque a classificação tem sido usada no mundo da construção há muitos anos, como já constatamos anteriormente, mesmo que muitas vezes os usuários nem se apercebam.

Esta importância dos sistemas de classificação dentro do ambiente BIM resulta da necessidade de unificação dos termos atribuídos aos elementos de um modelo, de modo a permitir que os dados sejam pesquisáveis de forma adequada, a evitar que estes elementos se percam e que sejam cometidos erros, pois apesar da capacidade de utilizar uma vasta quantidade de informação, todo esse potencial pode ser de difícil compreensão se não se conseguir encontrar uma determinada informação de forma eficiente quando necessário.

Após compreender e concordar com a importância dos sistemas de classificação no contexto da metodologia BIM, surgiu uma questão já colocada anteriormente mas que, nesta fase da dissertação, em que se pretende fazer uma aplicação prática dos sistemas de classificação, se tornou imprescindível para a continuação da mesma. Assim sendo foi colocada a pergunta “Qual o melhor sistema de classificação a usar?”. A resposta não é evidente, no entanto, segundo o artigo publicado pela NBS “*OmniClass: a critique*” [67], o sistema Uniclass2015 é melhor estruturado para a metodologia BIM que o Omniclass. Contudo o Uniclass está neste momento incompleto, tendo lançado apenas 5 tabelas, o que por vezes não está suficientemente completo para ser usado, dependendo das necessidades dos usuários. Deste modo, para a continuação deste estudo, optou-se por testar dentro do ambiente BIM os sistemas Omniclass, Unifomat e Masterformat pois, para além de estarem completos, as últimas versões não tem apresentado alterações muito significativas.

É, no entanto, necessário referir que este estudo apenas se refere ao planeamento físico e custos da obra baseado nos elementos do modelo. Neste decorrer, após uma análise sobre os sistemas de classificação a abordar, foram retidas conclusões pertinentes sobre os mesmos para a sua aplicação. Apesar da integração dos sistemas Unifomat e Masterformat no Omniclass, constatou-se que o Omniclass não possui, nem a versão completa, nem a versão mais recente dos sistemas Unifomat e MasterFormat. Deste modo, optou-se pela utilização da versão mais recente do Unifomat e Masterformat, ao invés da tabela 21 e 22 do Omniclass.

- **MasterFormat e UniFormat**

UniFormat e MasterFormat são duas normas organizacionais fundamentalmente diferentes. UniFormat é uma organização de construção do conteúdo baseado em sistemas. MasterFormat é uma organização baseada no conteúdo de materiais de construção e práticas de trabalho.

Usando o exemplo do betão, por ser um material de construção muito comum. Em MasterFormat, um valor de 03-31-00 é reservado para material betão, ou seja todo o uso do betão será especificado com este valor de 03-31-00. No entanto, o material de betão é utilizado em muitos sistemas de construção. UniFormat pode ser utilizada para diferenciar os diversos locais de betão num edifício (Fundações A1010; A1020 Fundações Especiais; B1010 Estrutura; C2010 Escadas entre outros) e dentro destes sistemas, normalmente existem códigos de especificação do material MasterFormat (03-11-00 cofragem; 03-21-00 betão; 31-23-00 Escavação e Aterro)

Estes dois sistemas de classificação não se substituem, mas complementam-se, pois os materiais acima normalmente trabalham em conjunto um com o outro como um "sistema", isto é, os materiais definidos pelo MasterFormat podem ser organizados em conjunto com Unifomat.

As ferramentas BIM proporcionam oportunidade de atribuição de dois códigos Unifomat e MasterFormat. Por exemplo, o Revit permite durante a modelação associar o parâmetro chamado “*Assembly Code*”, à classificação correspondente aos elementos tendo por base, a hierarquia e a notação definida pelo Unifomat, permitindo uma classificação dos elementos de uma forma evolutiva como podemos verificar na Figura 20 e o parâmetro “*Keynote*” cumpre os mesmos objetivos para o MasterFormat (ver Figura 21).

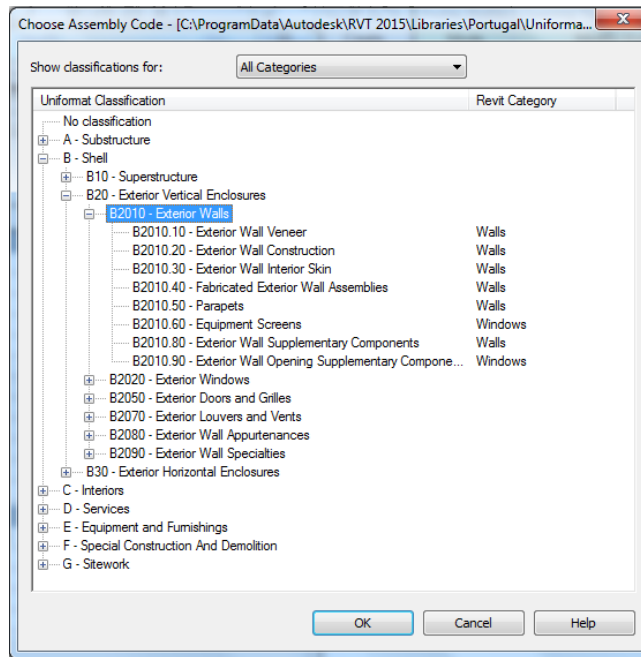


Figura 20. Hierarquia do sistema de classificação Uniformat no *software* Revit.

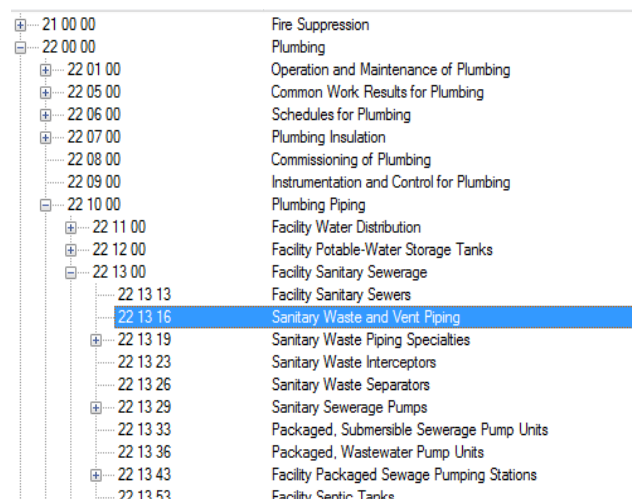


Figura 21. Hierarquia do sistema de Classificação MasterFormat no *software* Revit.

É importante referir que a classificação não é atribuída a cada parede mas para o tipo de família de elementos que as representa. Assim, todas as paredes no modelo do mesmo tipo que partilham as mesmas propriedades como o custo, espessura, materiais associados etc, têm o mesmo sistema de classificação.

As informações são classificadas utilizando taxonomias apropriadas. Por exemplo, apesar de usar como base a classificação de elementos pela tabela UniFormat, é possível organizar as paredes pelo material, ou seja, as paredes encontram-se dentro do nível “paredes exteriores” (nível 3 do Uniformat) e a este pode ser acrescentado um subnível que identifique o material

que compõe a parede, distinguindo-se as paredes pelo material, utilizando o MasterFormat como complemento do UniFormat. Esta complementaridade permite uma maior precisão nas decisões do projeto, resultando num projeto com uma melhor preparação da construção. Na Figura 22 podemos assistir a associação dos dois sistemas de classificação em questão numa parede de betão.

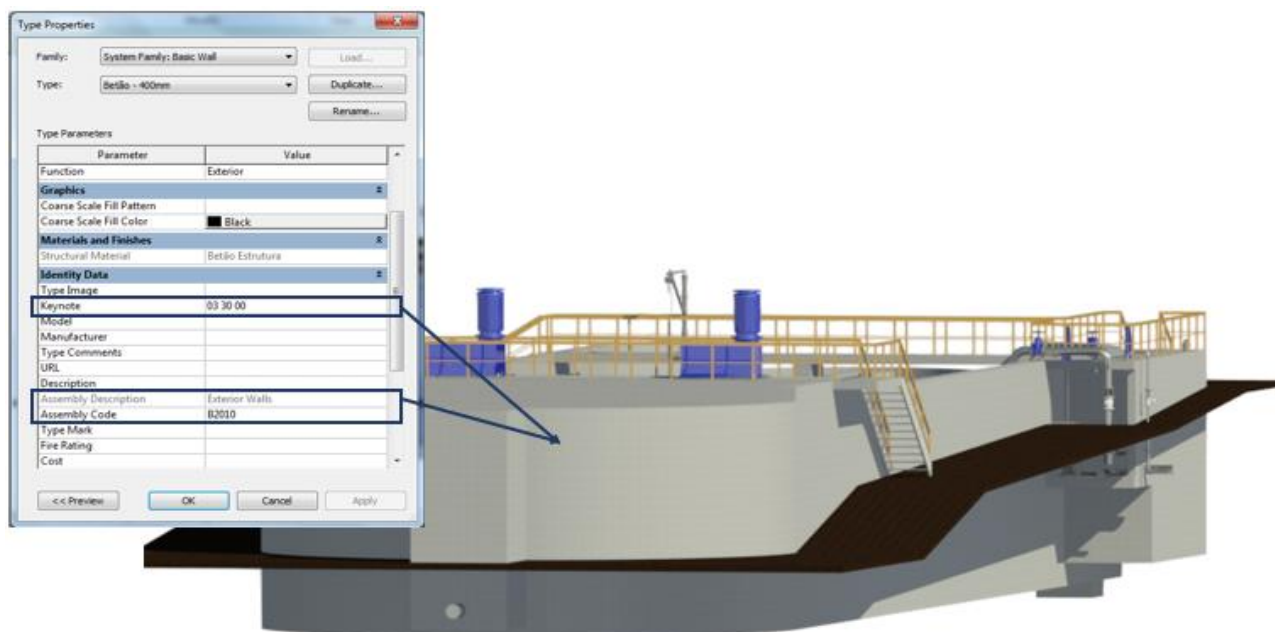


Figura 22. Associação dos sistemas UniFormat e Masterformat.

A escolha destes dois sistemas, no âmbito desta dissertação, devem-se ao facto de serem os sistemas mais apropriados para desenvolvimento de modelos 4D e 5D. O UniFormat tem a capacidade de organizar a informação de forma mais intuitiva, durante as fases do projeto de construção, uma vez que, os elementos são agrupados em categorias lógicas baseado na localização ao invés da sua finalidade. No entanto, o MasterFormat assenta sobre numa classificação consoante o que foi realizado e o objetivo que foi alcançado, o que, por vezes, pode ser mais relevante para a gestão da construção.

Após a associação de todos os elementos segundo os dois sistemas de classificação em questão através do *software* Revit, procedeu-se à exportação do modelo para o *software* Navisworks da Autodesk. Este processo, teve como intuito estudar a troca de informação e a sua organização entre os dois *softwares* para que depois se pudesse fazer a extração de quantidades, planeamento e os custos.

Apesar da possível associação dos dois sistemas de classificação, inicialmente procedemos a extração de quantidades apenas segundo a organização do sistema Masterformat, por permitir a classificação segundo os resultados de trabalho ou práticas de construção, baseado nos materiais de construção, possibilitando uma organização mais detalhada e adequada para os custos. Além da utilização deste último sistema viu-se, a necessidade de acrescentar níveis no Navisworks de acordo com o elemento a extrair, com o objetivo de aumentar o nível de informação necessário para a extração de quantidades, como demonstra a Figura 23.

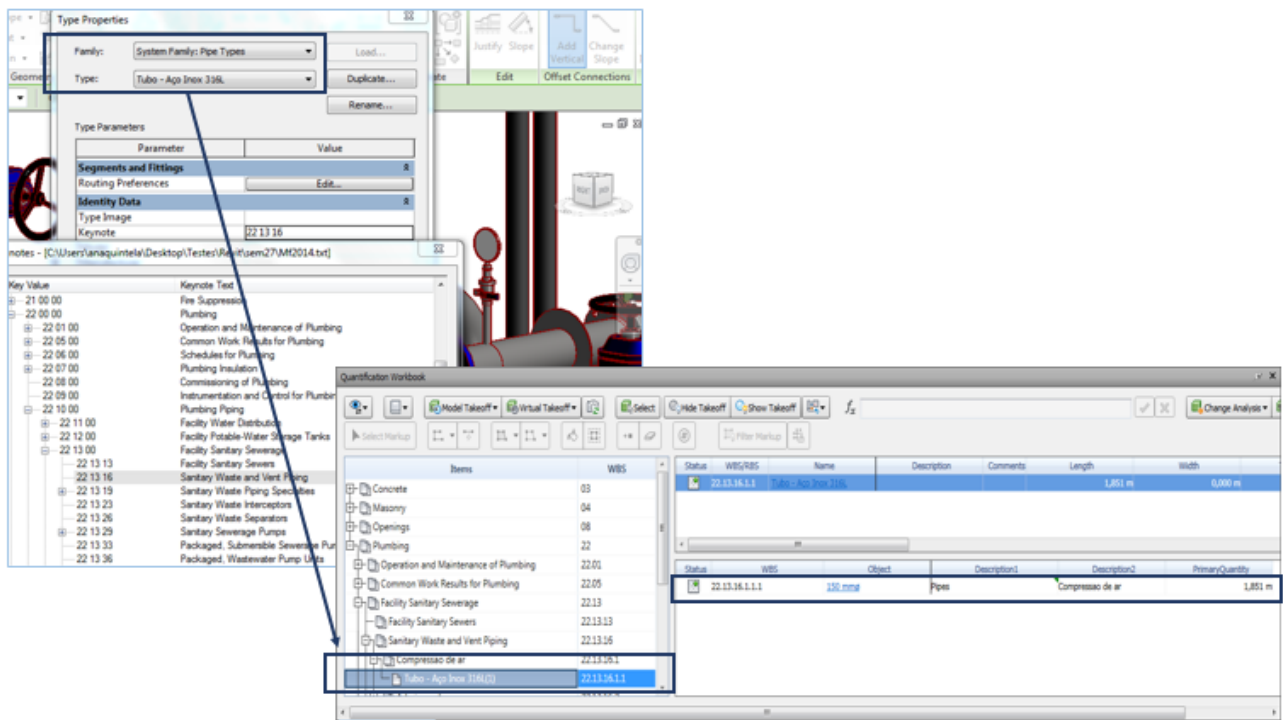


Figura 23. Comparação da organização do MasterFormat entre os dois softwares em causa.

Associados os objetos a esta hierarquia organizacional, dentro do Navisworks, as quantidades são extraídas automaticamente e exportadas para uma folha de Excel. Contudo, antes da exportação, alguns parâmetros adicionais tiveram que ser definidos no Navisworks para que todas as propriedades necessárias fossem extraídas. Assim, foi associado a categoria de cada elemento ao “*Description 1*”, os sistemas ao “*Description 2*” o diâmetro ao “*Object*” e as quantidades, segundo as unidades referentes a cada objeto ao “*PrimaryQuantity*”. Esta extração resultou na tabela com toda a informação definida que, após alguns procedimentos, resultou em outras tabelas para as estimativas de custo e planeamento, representado na Figura 24.



Code	Description	Quantity	Unit
03	Concrete		
03.30	Cast-in-Place Concrete		
03.30.3	Cast-in-Place Concrete to - Slab		
03.30.3.1	Laje 300mm	6,192	m³
03.30.3.1.1	Laje 300mm	2,928	m³
03.30.3.1.2	Laje 300mm	2,703	m³
03.30.3.1.3	Laje 300mm	0,363	m³
03.30.3.1.4	Laje 300mm	0,192	m³
03.30.3.2	Laje 150mm	3,222	m³
03.30.3.2.1	Laje 150mm	1,923	m³
03.30.3.2.2	Laje 150mm	1,305	m³
03.30.6	Cast-in-Place Concrete to - Walls		
03.30.6.1	Betão - 250mm	14,264	m³
03.30.6.1.1	Betão - 250mm	2,946	m³
03.30.6.1.2	Betão - 250mm	2,594	m³
03.30.6.1.3	Betão - 250mm	2,594	m³
03.30.6.1.4	Betão - 250mm	2,423	m³
03.30.6.1.5	Betão - 250mm	1,165	m³
03.30.6.1.6	Betão - 250mm	1,378	m³
03.30.6.1.7	Betão - 250mm	1,165	m³
03.30.6.2	Betão - 220mm	0,542	m³
03.30.6.2.1	Betão - 220mm	0,136	m³
03.30.6.2.2	Betão - 220mm	0,136	m³
03.30.6.2.3	Betão - 220mm	0,136	m³
03.30.6.2.4	Betão - 220mm	0,136	m³
03.30.6.3	Betão - 150mm	0,336	m³
03.30.6.3.1	Betão - 150mm	0,090	m³
03.30.6.3.2	Betão - 150mm	0,083	m³
03.30.6.3.3	Betão - 150mm	0,086	m³
03.30.6.3.4	Betão - 150mm	0,078	m³
04	Masonry		
04.20	Unit Masonry		
04.21	Clay Unit Masonry		
04.21.13	Brick Masonry		
04.21.13.13	Brick Veneer Masonry		
04.21.13.13.1	Alvenaria - 125mm	19,184	m³

Code	Description	Quantity	Unit	€ / Unit	€
03	Concrete				6,897,487
03.30	Cast-in-Place Concrete				
03.30.3	Cast-in-Place Concrete to - Slab				
03.30.3.1	Laje 300mm	6,192	m³	1,548,000	
03.30.3.1.1	Laje 300mm	2,928	m³	250,000	732,000
03.30.3.1.2	Laje 300mm	2,703	m³	250,000	675,750
03.30.3.1.3	Laje 300mm	0,363	m³	250,000	90,750
03.30.3.1.4	Laje 300mm	0,192	m³	250,000	48,000
03.30.3.2	Laje 150mm	3,222	m³	806,938	
03.30.3.2.1	Laje 150mm	1,923	m³	250,000	480,688
03.30.3.2.2	Laje 150mm	1,305	m³	250,000	326,250
03.30.6	Cast-in-Place Concrete to - Walls				4,279,125
03.30.6.1	Betão - 250mm			300,000	883,875
03.30.6.1.1	Betão - 250mm			300,000	778,125
03.30.6.1.2	Betão - 250mm			300,000	778,125
03.30.6.1.3	Betão - 250mm			300,000	726,750
03.30.6.1.4	Betão - 250mm			300,000	349,500
03.30.6.1.5	Betão - 250mm			300,000	413,250
03.30.6.1.6	Betão - 250mm			300,000	349,500
03.30.6.1.7	Betão - 250mm			300,000	349,500
03.30.6.2	Betão - 220mm			162,624	
03.30.6.2.1	Betão - 220mm			0,136	40,656
03.30.6.2.2	Betão - 220mm			0,136	40,656
03.30.6.2.3	Betão - 220mm			0,136	40,656
03.30.6.2.4	Betão - 220mm			0,136	40,656
03.30.6.3	Betão - 150mm			100,800	
03.30.6.3.1	Betão - 150mm			0,090	27,000
03.30.6.3.2	Betão - 150mm			0,083	24,750
03.30.6.3.3	Betão - 150mm			0,086	25,650

Figura 24 Quantidades, estimativa de custos e planeamento segundo o MasterFormat.

De modo a obtermos uma estrutura mais completa e detalhada, foi elaborado um modelo com a associação dos dois sistemas de classificação, como podemos ver na Figura 25 e todo o processo jusante seguiu os procedimentos anteriores.

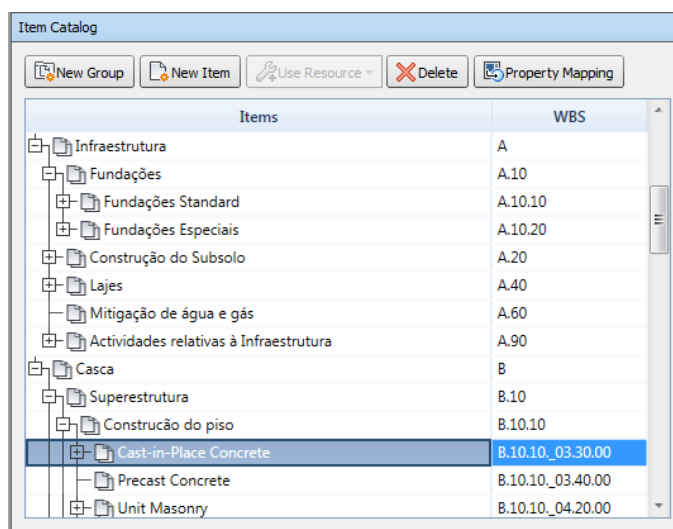


Figura 25. Associação dos sistemas Unifomat e MasterFormat no Navisworks.

- **Omniclass**

Das quinze tabelas que formam o sistema Omniclass, apenas cinco tabelas são relevantes no contexto BIM, nomeadamente, Tabela 21 que representa os Elementos Construtivos, a Tabela 22 que representa as Atividades de Construção, a Tabela 23 que representa os Produtos de Construção, a Tabela 41 os Materiais e por fim a Tabela 49 as Propriedades. Uma vez que se optou pelo uso dos sistemas originais Unifomat e MasterFormat, as tabelas 21 e 22 não farão parte deste estudo, do mesmo modo as tabelas 41 e 49 não serão abordadas pois, não se consideram relevantes, no âmbito do 4D e 5D.

A Tabela 23, que representa os Produtos da Construção, abrange aproximadamente 7000 produtos utilizados na construção e operação de edifícios. Sendo os produtos necessários para a manutenção, monitorização, substituição e operação durante o ciclo de vida do edifício, esta tabela apresenta uma grande importância para a metodologia BIM.

Para além das vantagens associadas aos sistemas de classificação anteriormente referidos (Unifomat, MasterFormat) relativamente à organização da informação para a construção, a tabela 23 do sistema Omniclass vem aliar-se a estes dois sistemas com o intuito de melhorar o rigor das informações (ver Tabela 7) e comunicação entre as equipas de vários departamentos de uma empresa, como por exemplo o departamento de projeto, departamento de produção, departamento de compras, departamento financeiro etc. O conceito BIM permite, através de um modelo virtual e paramétrico conter para além da geometria, informação precisa para suportar o processo de construção, fabricação e aprovisionamento, aumentando assim a colaboração e qualidade do projeto. É importante salientar, que esta metodologia para o aprovisionamento exige um modelo com um nível de desenvolvimento elevado e uma base de dados detalhada que, inclua a informação necessária para este processo. Neste decorrer, dada a grande quantidade de informação necessária, os elementos BIM devem associar informação relativa aos resultados de trabalhos de cada elemento ou identificação de produtos.

Tabela 7. Classificação segundo os 3 sistemas.

	Unifomat	MasterFormat	Omniclass
Descrição	Componentes Suplementares de Drenagem Sanitária	Válvula	Válvula de Bola
Código	D2020.90	22.05.16	23.27.31.15

Os sistemas Unifomat, MasterFormat e Omniclass (tabela 23), quando suportados por um *software* externo, como Excel e MS Project permitem a organização e classificação da informação detalhada da construção, com base num conjunto de informações extraídas do modelo e permitindo pedidos de aprovisionamento de forma rápida e eficiente. Esta atividade envolve essencialmente o departamento de engenharia, operações e compras obtendo de uma forma fácil e dinâmica os mapas de quantidades de trabalhos e materiais, mapas de preços e registo de encomendas. Quando as informações sobre quantidades extraídas do modelo se apresentam de forma organizada e sistematizada (por exemplo válvulas, tubos, portas, janelas, etc.) permite uma maior facilidade do controlo dos custos da obra e uma consulta rápida aos elementos do modelo BIM complementada por uma visualização do avanço da obra, por exemplo, para casos em que uma obra apresenta um desfasamento nos prazos.

Por fim, é clara a importância dos sistemas de classificação a serem usados no conceito BIM, uma vez que estes sistemas oferecem informações sobre os elementos utilizados no projeto. Percebe-se, também, que estes processos de organização da informação geram bons resultados, aperfeiçoando a forma de se trabalhar na indústria da construção apoiados nos sistemas organizacionais estudados.

Contudo, após o estudo e aplicação dos sistemas de classificação abordados, foram retidas algumas constatações. A profundidade dos sistemas de classificação é adequada se responder às necessidades dos utilizadores, para que se possa tirar vantagens competitivas no uso destes. Neste decorrer, notou-se que os sistemas de classificação apresentados apresentam um nível de profundidade adequado, quando usados por arquitetos e engenheiros de estruturas. No entanto, este facto não se verifica quando usado por outras especialidades. Constatou-se que, apesar dos sistemas de classificação serem fundamentais na organização da informação para a gestão da

construção, a organização destes é demasiado dispersa para a sua aplicação direta na empresa, influenciando procedimentos e métodos de trabalho fortemente enraizados. Acresce a isto, o facto de serem sistemas com origem noutros países e, naturalmente, os processos de construção variam entre países. Contudo, dada a complexidade na organização e todo o trabalho desenvolvido, estes sistemas originados nos EUA podem auxiliar a elaboração de uma taxonomia nacional.

3.4 efaClass'

Com base nas constatações retidas dos sistemas classificação anteriormente abordados, viu-se a necessidade de criar uma taxonomia de classificação da informação para uso nos projetos internos da empresa de modo a classificar a sua informação técnica, e retirar vantagens competitivas para utilização desta no âmbito da gestão. Esta taxonomia foi denominada como efaClass'.

Esta taxonomia tem como principais objetivos:

- Organização da informação técnica disponível para apoio à criação de Mapas de Quantidades, Custo e Planeamento;
- Redução do tempo despendido, erros e incerteza na extração de quantidades;
- Melhorar a desempenho na gestão do projeto;
- Promover uma linguagem transversal entre os diferentes *stakeholders*.

Para além dos principais objetivos são apresentados os princípios gerais desta taxonomia:

- Aproveitamento dos sistemas de classificação internacionais existentes;
- Adequação/Adaptação dos procedimentos existentes da empresa aos sistemas de classificação;
- Flexibilidade e adaptabilidade da taxonomia, permitindo a inserção aquando necessária de novos códigos e títulos;
- Adequação da taxonomia para a fácil organização do Mapa de Quantidades;
- Taxonomia *user-friendly* de modo a facilitar a sua utilização para os diferentes utilizadores;
- Taxonomia com uma abordagem *Bottom-up*;
- Utilização da taxonomia desde a Engenharia à Gestão Executiva.

Para o desenvolvimento desta taxonomia começou-se por compilar a experiência multidisciplinar da empresa. Tendo em conta que se trata de uma grande empresa nacional e com experiência em consórcios com outras empresas das várias especialidades, foi possível reunir documentos e procedimentos relacionados com todas as empresas envolvidas.

Desta análise verificou-se que as empresas apresentam uma organização da informação similar e que tendencialmente, as listas de quantidades servem como base para a elaboração de outros documentos, como listas de preços e plano de trabalhos. Esta análise foi apresentada como ponto de partida e como base para a elaboração da efaClass'. Combinando o conhecimento, documentos e métodos que as empresas referidas possuem, com os sistemas de classificação abordados, tentou-se encontrar um equilíbrio para que o efaClass' correspondesse às necessidades da empresa sem se afastar de forma abrupta dos métodos já existentes e, por outro lado, para ir de encontro aos sistemas de classificação existentes.

A criação desta taxonomia seguiu diferentes fases como podemos verificar na Figura 26. Este processo passa por uma análise de requisitos, ou seja, passa por refletir sobre as necessidades dos utilizadores nas fases de planeamento e custo. Uma vez estudados os requisitos necessários, passa-se à fase de desenvolvimento. Pode-se dizer que, este é o processo mais demorado pois, este processo ocorre quando se desenvolve e organiza toda a estrutura classificativa e se produz toda a informação de valor. Para a organização de toda a informação na estrutura de codificação, utilizou-se o método WBS (“*work breakdown structure*”) correntemente utilizado, uma vez que, permite a divisão do projeto em trabalhos, tarefas ou atividades e por ser um sistema de gestão de projeto, com resultados orientados de modo a captar toda a informação de uma forma organizada e estruturada hierarquicamente, permitindo um melhor acesso à informação. Além disso, a estrutura da efaClass' teve como base a elaboração de um articulado similar às listas de preços habitualmente utilizadas em Portugal. Seguidamente passa-se para o processo de implementação da taxonomia num software, através de um documento .TXT no caso do *software* Revit, ou .XML para o *software* Navisworks. Como fase final, segue-se a fase de teste num projeto real de construção. É necessário uma iteração dos processos quando se encontram falhas na organização da informação ou na falta dela. É importante que a efaClass' permita a introdução de novas informações sem afetar a estrutura existente, ou seja, deve permitir a associação de novos códigos e descrições sem alteração dos existentes.

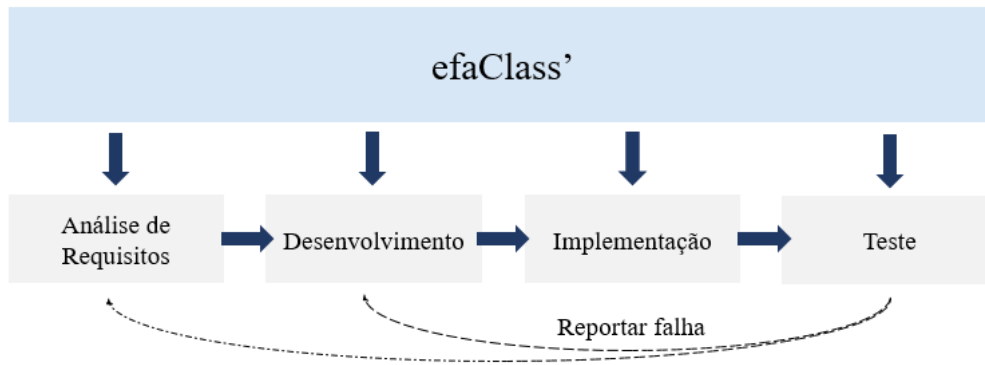


Figura 26. Processo de implementação e teste da taxonomia.

3.4.1 Estrutura da efaClass'

Esta taxonomia criada trata-se de uma lista de números e títulos, como todos os outros sistemas de classificação, que classifica as informações do projeto segundo os resultados ou práticas de construção usadas habitualmente por empresas Portuguesas, com o objetivo de organizar a informação para custos e planeamento. Como referido anteriormente esta estrutura segue o método WBS, o que significa que pode ser detalhada tanto quanto maior for o nível pretendido. As especificações foram organizadas numa série de divisões que seguiu uma ordem cronológica relacionada com a sequência de diversas fases do trabalho de construção. Apesar de a estrutura não estar completa já apresenta um nível de pormenorização elevada.

Nesta dissertação foi utilizada esta taxonomia para a organização da informação no *software* Navisworks através do formato XML (Figura 27), não sendo criado um documento TXT que permitisse a introdução desta taxonomia num *software* de modelação. Esta opção, deveu-se ao facto de nesta fase o principal objetivo passar por testar a estrutura criada, pois a interoperabilidade referente à informação dos sistemas de classificação entre o *software* de modelação e o Navisworks foi testada anteriormente com os sistemas de classificação existentes.

WBS	Type	Name	Description	Transparency	Color	Primary Quantity Units
Required	Required	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional.
Use the Work Breakdown Structure (WBS) to build the Group and Item hierarchy. NOTE: Both the '.' character and the '\' character are the separators for the different hierarchy levels.	Select Group or Item. Parents must precede children. Items cannot be parents: only Groups can be parents.	The name of the Group or Item.	Descriptive text about the Group or Item.	Ranges from 0 (transparent) to 1 (opaque). Defaults to 0.3 if unspecified. Only applies to Items.	Specify an RGB. Defaults to a random color if unspecified. Only applies to Items.	Defaults to blank if unspecified. Only applies to Items.
REMINDER: Do not delete or rename columns - the spreadsheet will not import. It is OK to delete the sample data below.						
WBS	Type	Name	Description	Transparency	Color	Primary Quantity Units
1	Group	CC				
1.1	Group	Obra de entrada				
1.1_A	Group	Infraestrutura				
1.1_B	Group	Casca				
1.1_B.10.10	Group	Construção do Piso				
1.1_B.10.10.03.30.00	Group	Betão		0,3	192, 158, 180	m³

Item Catalog That Will Be Created By The

Item	WBS
IM	1
Implantação	2
CC	1
Obra de Entrada	1.1
Infraestrutura	1.1_A
Casca	1.1_B
Superestrutura	1.1_B.10
Construção do piso	1.1_B.10.10

Figura 27. Modelo de importação dos sistemas no Navisworks

Na elaboração da taxonomia geral decidiu-se fazer a divisão por tipos de trabalho (Construção civil e Sistemas). Com o intuito de classificar a informação necessária para atingir os objetivos definidos, ou seja, criar uma descrição pormenorizada da classificação das atividades e com capacidade de aplicação em diferentes edifícios/obras, foi necessário refletir sobre organização dos sistemas já que, muitas vezes, estes não estão referenciados a um só local, comunicando entre edifícios e reservatórios, como está representado na Figura 28.

É importante explicar a razão de um sistema não estar associado a um edifício/espço, pois à partida faz sentido saber que um determinado sistema composto por um conjunto de tubos, válvulas cones e bombas pertence ao Edifício A, do mesmo modo que os trabalhos da construção civil pertencem. Quando abordado profundamente este assunto percebe-se que existem sistemas que pertencem a vários órgãos, isto é, um sistema A que pertença ao Edifício A e B. Assim torna-se difícil decidir a qual órgão vai pertencer este conjunto de peças (ver Figura 28). Por outro lado, existem objetos que não se podem associar a um sistema, daí a existência da divisão por edifício dentro dos trabalhos de sistemas representado Figura 29. Proposta da organização da Informação de uma ETA Figura 29. Exemplos deste objetos são os Monocarris que dão suporte a vários sistemas e que, no entanto, não pertencem a nenhum.

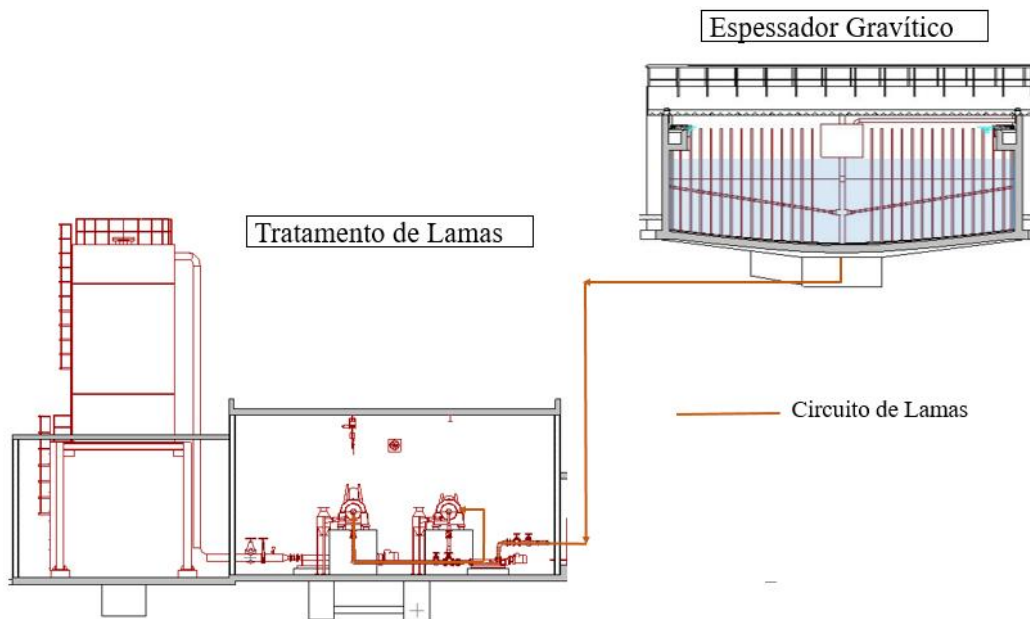


Figura 28. Representação de um sistema que pertence a dois edifícios.

Antes da utilização da taxonomia é necessário perceber-se o tipo de obra (ETAR), o tipo de trabalho (construção civil / sistemas), e a localização dos Edifícios/Órgãos e tipo de sistemas. Sem a utilização desta abordagem, o modelo consiste num conjunto de objetos, não permitindo o seu uso para a fase de extração de quantidades. Na Figura 29 apresenta-se uma proposta de organização da construção.

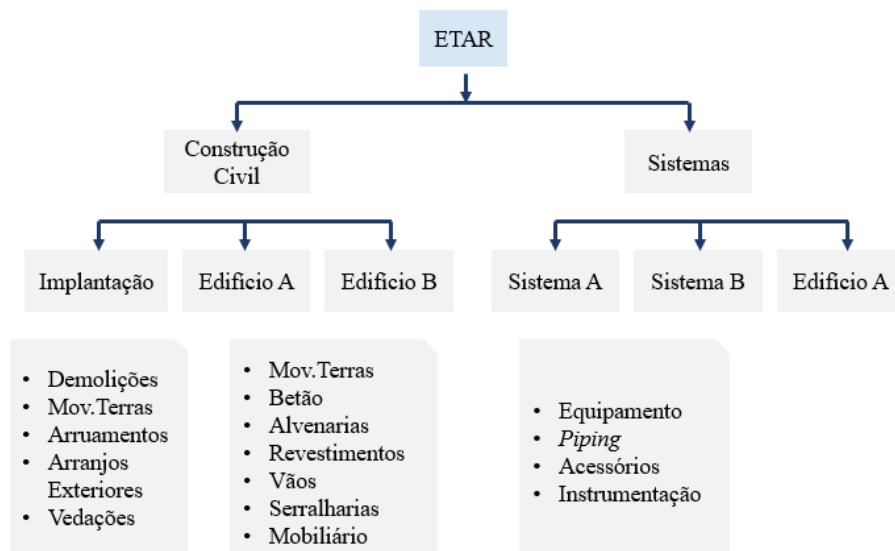


Figura 29. Proposta da organização da Informação de uma ETAR.

Neste seguimento, apresenta-se na Tabela 8 e Tabela 9, os níveis base desta taxonomia para os trabalhos de construção civil e sistemas.

Tabela 8. Organização base da taxonomia efaClass' (Construção Civil).

Construção Civil
1 Demolições, Remoções e Reparações
2 Movimentos de Terras
3 Betão
4 Alvenarias
6 Revestimentos
7 Vãos
8 Mobiliário

Tabela 9. Organização base da taxonomia efaClass' (Sistemas).

Sistemas
1 Equipamentos
2 <i>Piping</i>
3 Acessórios
4 Instrumentação

Esta estrutura classificativa foi projetada para maximizar a flexibilidade dos utilizadores, podendo ser expansível, ou seja, novos códigos poderão ser acrescentados a esta estrutura. Contudo, a numeração e os títulos existentes não devem ser alterados de modo a manter a consistência e fiabilidade da estrutura. Na Tabela 10 e Tabela 11 é apresentado a hierarquia abordada para o betão e *piping*. Em anexo encontra-se representado toda a estrutura no contexto de uma obra.

Tabela 10. Hierarquia Organizacional do Betão segundo a efaClass'.

Código	Título	Nível
3	Betão	Nível 1
3.1	Betão Estrutural	Nível 2
3.1.1	Betão C20/25	Nível 3
3.1.1.1	Fundações	Nível 4

Tabela 11. Hierarquia Organizacional do *Piping* segundo a efaClass'.

Código	Título	Nível
3	<i>Piping</i>	Nível 1
3.1	Aço Inox	Nível 2
3.1.1	Tubos	Nível 3
3.1.1.1	DN 32 mm	Nível 4

3.4.2 Relação com outros sistemas

No seguimento do que foi referido anteriormente, os sistemas internacionais (EUA) não se adequam às necessidades organizacionais de outros países. Contudo, é de notar que estes podem ser bastante úteis para a elaboração de documentos utilizados a nível internacional como por exemplo o *Preliminary Project Description* (PPD), estimativas de custos aproximadas e até mesmo uma forma de apresentar ao dono de obra numa fase preliminar do projeto. Por outro lado estes sistemas internacionais aparecem já integrados em várias ferramentas BIM, o que significa mesmo que se trabalhe com *software* de diferentes *softwarehouse*, está garantida a comunicação deste tipo de informação. Por vezes, quando o interesse passa por comunicar com outras empresas os sistemas de classificação internacionais são adequados pois não é exigido um nível de detalhe de informação tão elevado, nem a organização exigida pela empresa para apresentação de custos.

Na Figura 30 a correlação entre a efaClass' e os sistemas de classificação internacionais Unifomat e MasterFormat.

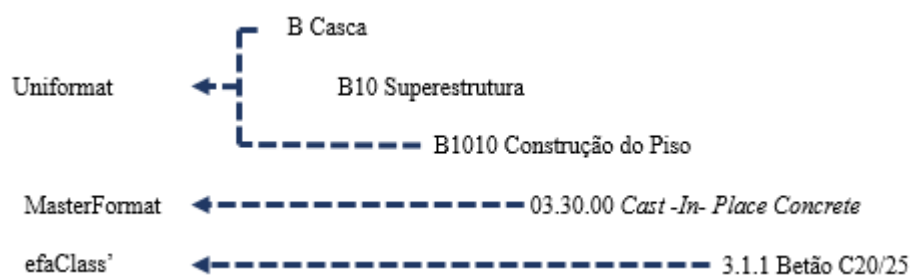


Figura 30. Correlação entre diferentes sistemas.

4. GESTÃO DA CONSTRUÇÃO ATRAVÉS DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO

4.1 Introdução

Neste capítulo será abordada a aplicação da metodologia BIM 4D e BIM 5D com auxílio aos sistemas de classificação existentes e à taxonomia criada, num projeto de construção de uma ETAR. Para tal foram tidas em consideração várias etapas essenciais para o desenvolvimento dos modelos de planeamento e custos.

O desenvolvimento de um projeto envolve uma fase preliminar e uma fase de projeto de execução. Na fase preliminar de um projeto é desenvolvido um modelo que vai a concurso e que, tendencialmente, precisa de ser reajustado depois da adjudicação, face as especificidades e exigências estabelecidas pelo Dono de Obra. É importante que, o modelo e todos os documentos referentes à fase de concurso sejam facilmente alterados. Para que tal aconteça, é necessário existir interoperabilidade entre os diferentes *software* utilizados. Um dos principais princípios de toda a metodologia desenvolvida nesta dissertação passa por desenvolver um *workflow* entre as diferentes fases do projeto. O modelo de projeto utilizado para validar os métodos criados nesta dissertação apresenta-se numa fase preliminar pelo que é necessário garantir que futuras alterações no modelo sejam devidamente reajustadas nas fases seguintes através de um processo automatizado. Na Figura 31 apresentam-se os *software* abordados assim como a comunicação utilizada neste projeto.

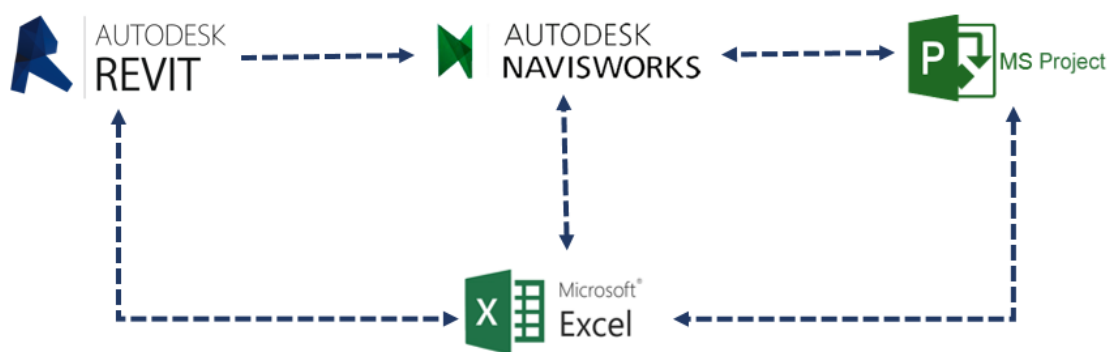


Figura 31. Comunicação entre *softwares*

4.2 Descrição do Projeto

As metodologias trabalhadas foram validadas no tipo de projeto desenvolvido na empresa (ETAR). No capítulo anterior apenas se utilizaram pequenos edifícios de ETAR, no entanto no presente capítulo foi utilizada uma ETAR na sua íntegra com o intuito de fazer uma análise do planeamento e custos baseado no modelo.

Estações de Tratamento de Águas Residuais são estações que tratam águas residuais domésticas e industriais, para que depois possam ser escoados para o rio ou mar com um nível de poluição inofensivo para o meio recetor.

O processo de tratamento da ETAR em estudo é composto por diversas fases como podemos verificar na Tabela 12 e os edifícios que suportam os sistemas na Tabela 13.

Tabela 12. Fases de tratamento da ETAR em estudo.

Sistemas					
Fase Líquida	Fase sólida	Subprodutos	Reagentes	Fase Gasosa	Circuitos complementares
Água Bruta	Tratamento de Fossas	Tratamento de Areias	Poliectrolito	Desodorização	By-Pass
Pré-Tratamento	Tratamento de Lamas	Tratamento de Gorduras		Ventilação	Escorrências
Tratamento biológico					
Tratamento Terciário					
Água Tratada					

Tabela 13. Edifícios da ETAR.

Edifícios
Obra de Entrada
Gradagem
Desarenador/Desengordurador
Tanque de Equalização
SBR
Tratamento Terciário + Produção de ar
Espessador Gravítico
Edifício Tratamento de Lamas
EE de Escorrências
Desodorização
Báscula

Uma vez identificadas as fases de tratamento da ETAR é interessante explicar o processo de tratamento das águas residuais (ver Figura 32).

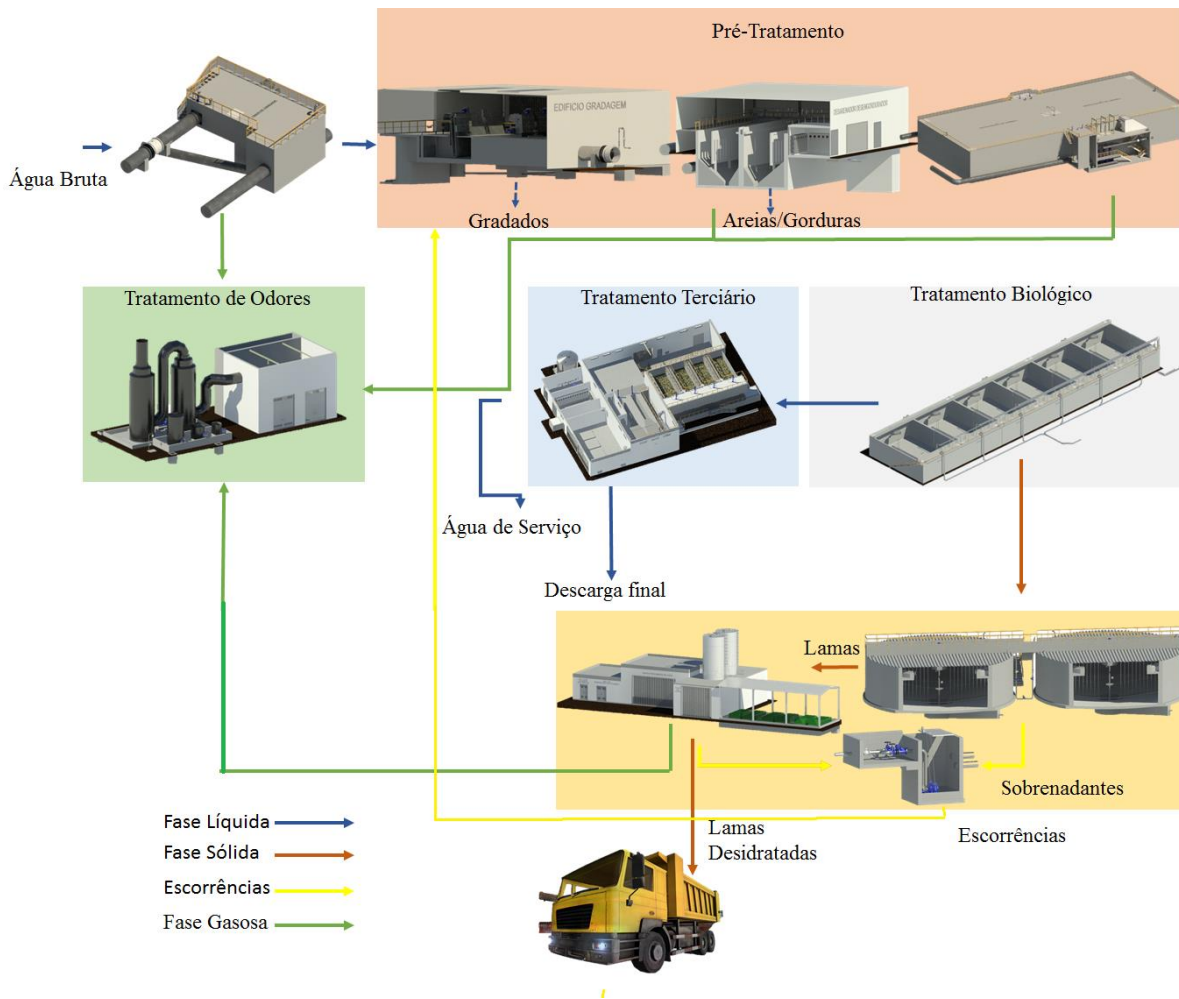


Figura 32. Processo de tratamento da ETAR.

O processo inicia-se quando são recebidas as águas residuais brutas numa câmara de receção, que seguem para a fase de Pré-Tratamento onde estas são sujeitas ao processo de gradagem, através de grelhas mecânicas, onde são separados os gradados, sendo estes enviados para contentores apropriados. Ainda nesta fase, o efluente passará para o Desarenador/Desengordurador no qual serão efetuadas as operações de remoção de areias, óleos e gorduras através de um sistema de arejamento, que permitirá a flotação das gorduras e a extração das areias será feita através de um sistema de *air-lift*.

Em seguida as águas residuais serão encaminhadas para a etapa de Equalização/Homogeneização, onde se procede à homogeneização do caudal, através de agitadores e hidro-injetores e equalização do caudal.

Finalizada esta etapa segue-se o Tratamento Biológico, que será alimentado por bombagem e que neste caso em particular é realizado de Reatores Biológicos de Funcionamento Descontínuo

(SBR) no qual se realizam processos biológicos de oxidação da matéria orgânica de origem carbonácea, de nitrificação e de desnitrificação, bem como a separação do sólido líquido. O arejamento é realizado através da injeção de ar através de uma central de ar comprimido, associada a uma rede de difusores de bolha fina, que se encontram instalados na base do SBR.

A etapa final da fase líquida denomina-se como Tratamento Terciário. Este tratamento será constituído por uma etapa de filtração e uma de desinfecção. A etapa de filtração será realizada por filtros de areia gravíticos e abertos, enquanto que a etapa de desinfecção será realizada através de radiação ultravioleta, com o equipamento instalado em canais de betão. Estas etapas do Tratamento Terciário farão com que o efluente tenha melhor qualidade para ser descarregado para o meio recetor, sendo que parte do efluente tratado, também servirá para a reutilização e funcionará como água de serviço da instalação que será sujeita a uma desinfecção adicional.

As lamas resultantes do tratamento biológico – Lamas Biológicas, seguem para o espessador gravítico, que será coberto e o seu ar extraído e tratado, onde aumentam a sua densidade por um processo de espessamento, através de uma ponte espessadora de funcionamento contínuo, que também encaminha as lamas para uma tremoilha central e que através de bombagem serão enviadas para o sistema de desidratação mecânica.

Os sobrenadantes provenientes do espessamento gravítico, serão encaminhados para o circuito geral de escorrências, que posteriormente serão enviados para o início do tratamento na ETAR.

No processo de desidratação o teor de água nas lamas será reduzido, obtendo-se uma lama desidratada que depois será armazenada em silos e posteriormente enviada para destino final. As escorrências deste processo deverão ser reencaminhadas para o circuito geral de escorrências da instalação.

Para a estação elevatória de escorrências retornam os sobrenadantes do espessador gravítico, bem como a reunião de todos os circuitos de escorrências da instalação. Assim e por bombagem estas escorrências serão enviadas para o início do tratamento da ETAR, como referido anteriormente.

Nesta instalação, foi previsto ainda uma etapa de desodorização, isto é, um tratamento de odores, por extração e lavagem de ar das zonas potenciadoras de maus odores. Neste caso foi prevista desodorização, aos órgãos de Pré-Tratamento, Equalização/Homogeneização, Espessadores Gravíticos, Tratamento de Lamas e Escorrências.

4.3 Requisitos de informação do projeto para o modelo 3D

Os métodos de gestão da construção obrigam a existência prévia de um modelo desenvolvido por uma ferramenta BIM e que deve ser usado como principal repositório de informação gráfica (dimensões, cor etc.) e não gráfica (informação de custo, modo de aplicação). No entanto é importante que, no início de um projeto, seja elaborado um plano de execução BIM que defina os detalhes de implementação da metodologia BIM nesse projeto.

O gestor BIM, ou a equipa de modelação deve refletir sobre o futuro do modelo pois, se o modelo for utilizado nas fases de planeamento e custos, deverá seguir regras que permitam uma melhor coordenação entre todos. Assim, as exigências do projeto sobem quando este tem de respeitar regras que satisfaçam as necessidades dos gestores da construção, obrigando uma modelação com níveis de desenvolvimento mais elevados pois, a análise custos do projeto é mais precisa quanto maior o LOD definido para o projeto. Sendo que, a elaboração de um modelo nunca fez parte do objetivo desta dissertação, até porque a empresa em questão já trabalha com modelos 3D, nesta fase o objetivo foi analisar a quantidade de informação presente nos objetos do modelo e complementar a informação em falta e ajustar às necessidades deste trabalho.

Para o modelo em questão foi necessário garantir uma definição correta dos materiais, a definição entre os diferentes níveis de cota, informações dos diferentes sistemas de classificação, classificação dos sistemas. Em consequência da abordagem de modelação BIM, que reflete uma modelação orientada por objetos, obriga a especificação de determinados parâmetros de cada elemento, como comprimentos, alturas, espessuras, áreas, e volumes, ou seja estas informações são definidas nos objetos aquando da sua modelação, não precisando de ser inseridas manualmente pelo modelador.

Nesta fase foi importante fazer uma análise sobre a interoperabilidade entre os dois *software* utilizados para a elaboração deste trabalho (Revit 2015 e Navisworks 2015). Apesar destes dois *software* pertencerem à mesma *softwarehouse* e deduzir-se à partida que a comunicação entre eles é boa, ou seja, que a maioria das informações são comunicadas entre estas duas ferramentas, é necessário entender de que modo estas informações se apresentam organizadas nos dois *softwares*.

Apresentam-se, nos pontos seguintes, as análises e decisões consideradas mais importantes para futura utilização do modelo para as diferentes fases.

4.3.1 Modelação da Informação Objetos BIM

Os objetos BIM são a combinação da informação técnica que define o produto com a geometria e dimensões. É fundamental especificar a informação relevante de um objeto para que esta possa ser transferida para outros *software* quando necessário. Os parâmetros de um objeto devem ser designados de forma consistente e lógica para que possa aumentar a clareza e facilidade de utilização por todos os utilizadores.

Os objetos encontram-se organizados no *software* Revit sob a forma apresentada na Figura 33 do lado esquerdo. No topo da hierarquia encontram-se as categorias que generalizam o elemento e que após isso, se dividem em famílias que, por sua vez, se divide no tipo e por fim encontra-se a instância. A categoria generaliza os objetos (Janelas, Portas, Tubos etc.) e tal denominação não pode ser alterada, por isso quando se inicia uma nova família, é importante refletir em qual categoria ela se encaixa melhor. As famílias distinguem a constituição do objeto (Porta exterior, Portão etc.). O tipo serve para diferenciar determinadas propriedades, ou seja, deve-se atribuir ao tipo uma propriedade fundamental do elemento para que seja facilmente diferenciado dentro da família e que tenha utilidade para outras fases (Janela de 200 mm).

Outro aspeto a ter em consideração nesta fase, é a composição de um objeto paramétrico. Por vezes, um objeto é criado por famílias dentro de outras famílias e torna-se necessário ter em atenção sobre as propriedades definidas para este objeto paramétrico pois, quando transferido para outros *softwares* a sua composição pode não ser a mais adequada. Por exemplo, existem objetos paramétricos que quando transferidos para outro *software*, se decompõe pelo facto de ser uma família dentro de outra, tal facto por vezes não é benéfico quando fazemos, por exemplo, extração de quantidades e apenas necessitamos de fazer extração do objeto por inteiro e não por partes dependendo como o objeto é fabricado ou vendido.

Após a transferência do modelo do *software* Revit 2015 para o *software* Navisworks Manage 2015, constatou-se que de facto a interoperabilidade entre os dois *softwares* é boa, pois neste último software a organização da informação dos objetos é a mesma que a do *software* de modelação, como podemos confirmar na Figura 33. Conclui-se que a informação atribuída a estes parâmetros devem ser bem pensados e definidos quando modelados visto que é a primeira informação a ser transferida para outro *software*, ou seja é a informação primária de identificação de um objeto.

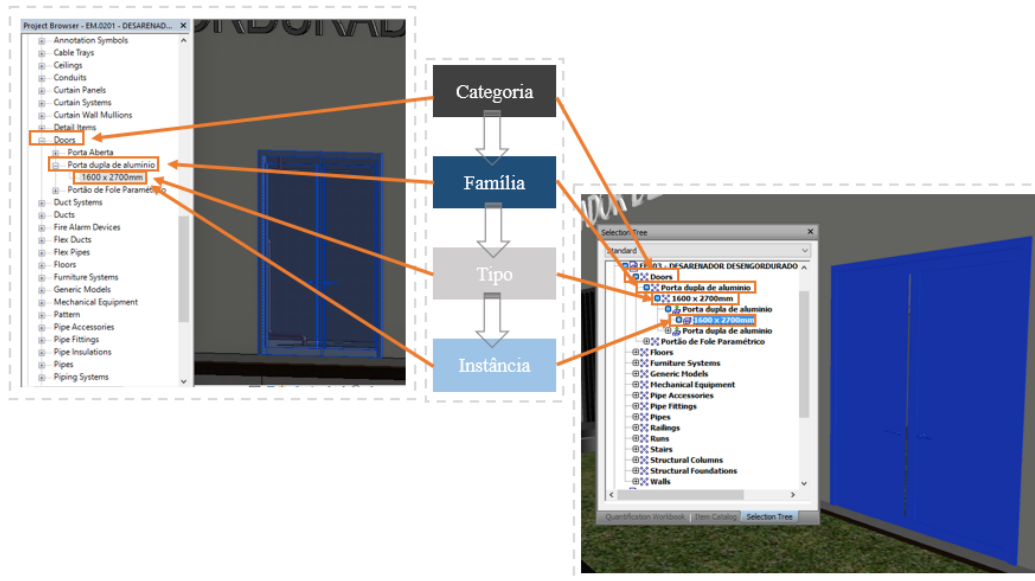


Figura 33. Organização da informação nos dois *software*, nomeadamente Revit e Navisworks.

4.3.2 Sistemas de Classificação

Nesta fase é importante associar todos os sistemas de classificação pretendidos ao modelo. Os sistemas de classificação foram escolhidos de acordo com as necessidades desta dissertação, isto é, para a fase de estimativas de custos e planeamento. Assim, os sistemas relevantes neste âmbito são o Omniclass, Unifomat e MasterFormat. O *software* em causa apresenta uma versão destes sistemas no entanto, é necessário fazer uma atualização pois não apresenta a versão mais recente. Para atualizar o sistema de classificação Omniclass, é necessário fazer o *download* do documento “OmniClassTaxonomy.txt” instalar na raiz do programa. O mesmo processo é adotado para os outros sistemas, no entanto, não é necessário ser instalado na raiz do programa. O Unifomat associa-se ao parâmetro *Assembly Code* e o MasterFormat ao *Keynote*.

4.3.3 Modelação dos Sistemas MEP

Os sistemas e os seus processos são um fator fundamental para os engenheiros MEP, pois ajudam a nomear um sistema e a saber como é que este se compõe. Estes sistemas são um fator muito importante em todas as fases de um edifício, desde o projeto até à manutenção. Deste modo, é indispensável modelar estes sistemas num *software* de modelação (no presente caso é o Revit). Estes sistemas MEP são uma conexão lógica de vários elementos no modelo, e sem estes sistemas o modelo não é mais que um conjunto de peças, como equipamentos, tubos conectados entre eles (ver Figura 34). Um dos benefícios de usar os sistemas é analisar os sistemas depois de criados para garantir a conexão entre todos os elementos. Como podemos

verificar na Figura 34, todos os elementos (Tubos, Curvas, Cones etc) estão associados ao sistema “Chegada de Efluente”.

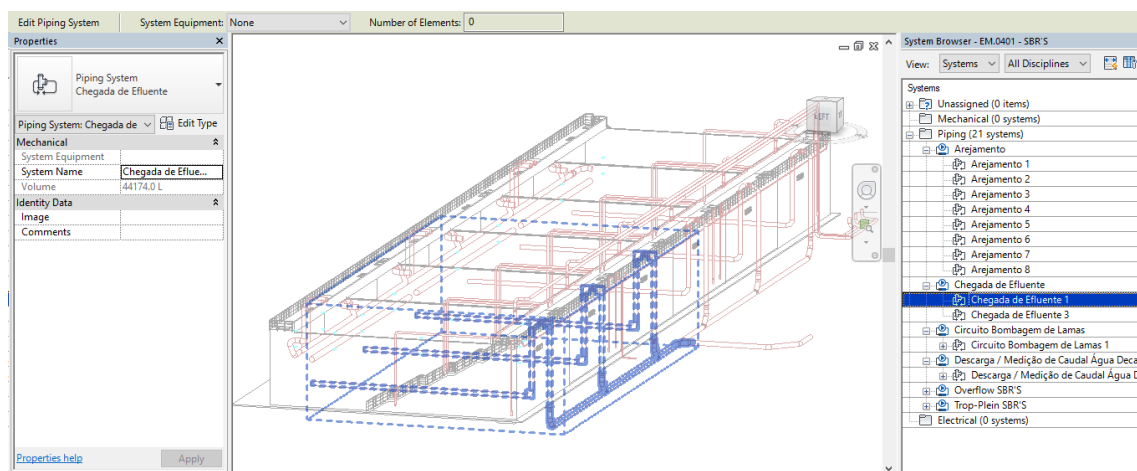


Figura 34. Criação dos sistemas da ETAR no software Revit.

Os sistemas que compõem uma ETAR não aparecem pré-definidos no *software*, pelo que é necessário criar vários sistemas, para posterior utilização nas fases que se seguem. Estes sistemas são úteis inicialmente na fase de extração de quantidades pois permite um extração dos elementos por sistema, organizando todos estes elementos para posterior utilização nas fases de estimativas de custos e planeamento. Para além destas fases, que são abordadas nesta dissertação verificou-se que esta classificação também pode ser benéfica na fase de manutenção dos Edifícios.

4.4 Processo de elaboração do modelo 4D e 5D

Os modelos 4D e 5D, para além de exigirem as informações base referidas anteriormente, exigem vários processos que devem ser seguidos até que seja possível a elaboração destes modelos que ajudam e cada vez mais se tornam imprescindíveis para a preparação da construção. Nos seguintes subcapítulos são apresentados os processos básicos necessários para elaboração dos modelos 4D e 5D que foram tidos em consideração nesta dissertação. Na Figura 35 é apresentado de forma esquemática os processos seguidos neste trabalho sob forma de um fluxograma.

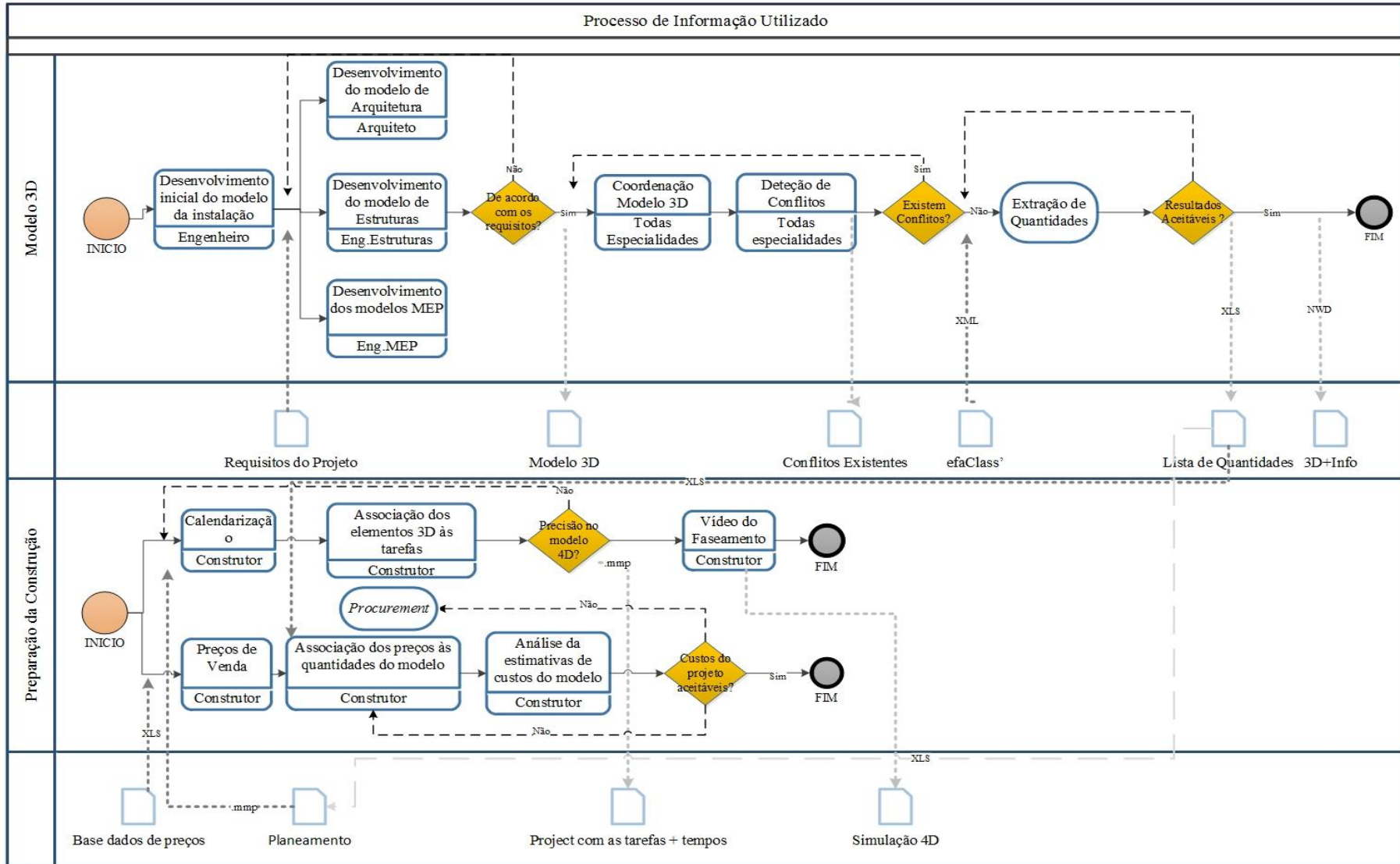


Figura 35. Processo da informação utilizado.

4.4.1 Exportação do modelo

A criação de um modelo 4D e 5D é iniciada pela exportação do modelo tridimensional a partir do *software* utilizado para o desenvolvimento deste que, neste caso foi o Revit 2015 da Autodesk. O modelo foi exportado para um *software* de planeamento da construção da mesma *softwarehouse*, pois para além de ser o software que a empresa utiliza, este permite que exista uma maior troca de informação e uma melhor interoperabilidade. Este *software* é denominado como Navisworks Manage 2015 e permite a importação de ficheiros em vários formatos, nomeadamente RVT, NWC, DWFx, IFC. Após verificar-se a boa interoperabilidade dos vários formatos, a escolha baseou-se na capacidade de atualização das informações no *software* de planeamento quando realizadas alterações no modelo Revit, e o tamanho do ficheiro. Após serem testados todos os formatos, escolheu-se o *Plugin* NWC, por apresentar uma eficaz interoperabilidade e mais informação relativamente ao DWF, boa qualidade de visualização do modelo, por ser um ficheiro com tamanho aceitável e rápido de abrir e por fim pela capacidade de alteração e aviso do modelo no Navisworks quando se fazem alterações no modelo Revit. No momento da exportação algumas definições de exportação foram ajustadas. Para além do modelo tridimensional foram exportadas plantas 2D, com o intuito de facilitar a visualização e perceção do projeto, pois podemos visualizar um objeto quando selecionado tridimensionalmente e bidimensionalmente. As folhas bidimensionais foram exportadas do *software* de modelação sob formato DWFx.

Os trabalhos desenvolvidos neste tipo de obras (ETAR), apresentam uma elevada complexidade, principalmente a nível de instalações especiais. Em consequência desta complexidade, os modelos foram modelados separadamente com o objetivo de facilitar a sua utilização. Esta divisão foi feita pelos diversos edifícios/órgãos que compõe a empreitada. De igual modo, os modelos foram importados separadamente para o *software* Navisworks.

Quando criado um único modelo no Navisworks mas com os *link* NWC correspondentes aos diversos modelos exportados do Revit, o modelo poderá ser gravado no formato NWD ou NWF. O formato NWD permitirá gravar o modelo com todas as informações criadas no presente *software*. Este formato, serve para criar um momento estático de análise do projeto sendo o formato ideal para a partilha com outros intervenientes que apenas tenham de visualizar todo o modelo assim como as informações criadas no Navisworks. Quando atualizado o modelo Revit este não sofrerá qualquer alteração já que, este formato grava os modelos mas não utiliza o *link* de conexão. Pelo contrário, quando gravado no formato NWF este continua a possuir os *link*

nwc e qualquer alteração no modelo Revit poderá ser atualizado no Navisworks. Este último formato apenas guarda a informação criada no Navisworks e os *links* NWC, tornando-se um ficheiro bastante leve.

4.4.2 Detecção de Conflitos

Num projeto BIM, não existem modelos individuais mas vários modelos criados individualmente que são combinados e incorporados num só modelo. É neste modelo que será testado frequentemente deteção de conflitos. A coordenação entre modelos deve ser feita ao longo de todo o desenvolvimento do projeto e especialmente quando se seguem as fases de quantificação, planeamento e custos, de modo a evitar erros que implicam elevados custos na gestão da construção. Esta análise foi efetuada pelo *software* Navisworks 2015.

O primeiro passo para uma deteção de conflitos é a importação dos diversos modelos para o *software* (Navisworks) e estabelecer regras para esta deteção de conflitos. Uma vez que, o modelo a estudar nesta dissertação apenas contém as especialidades de Estruturas e Mecânica/*Plumbing* as regras usadas foram: Estrutura vs *Plumbing*/Mecânica e *Plumbing*/Mecânica vs *Plumbing*/Mecânica. Esta ultima regra normalmente não é utilizada, no entanto optou-se pela sua abordagem para verificar se todos os sistemas estavam bem contruídos e identificados, pois como referido anteriormente a classificação dos sistemas é um fator importante nesta dissertação para a quantificação dos elementos.

O segundo passo, passou pelo teste de conflitos. Após esse processo, várias incompatibilidades foram apresentadas, no entanto não representam problemas na conceção do projeto por exemplo na Figura 36 é detetado incompatibilidades entre uma caixa de visita e a tubagens, tal facto aconteceu porque a caixa de visita não possui um conector de ligação. Na Figura 37, é apresentado a interseção de duas tubagens, isto resultou do facto da tubagem ter sido modelada no projeto de implantação e no edifício. Por fim a Figura 38, foi detetado uma colisão entre um reservatório e a tubagem que o compõe devido ao reservatório não ter um conector de ligação Neste ultimo caso, deve-se ter a atenção se o sistema da tubagem e do reservatório estão em conformidade de modo a que não se obtenham erros nas quantidades.

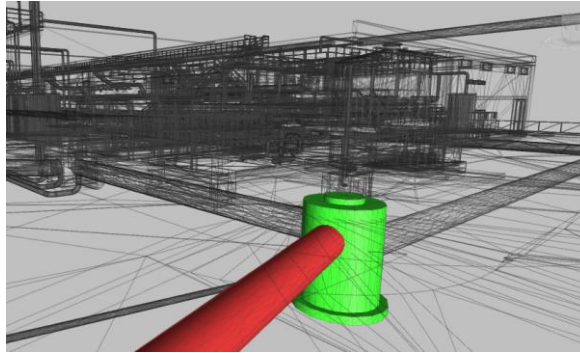


Figura 36. Componente estrutural (caixa de visita) e tubagem.

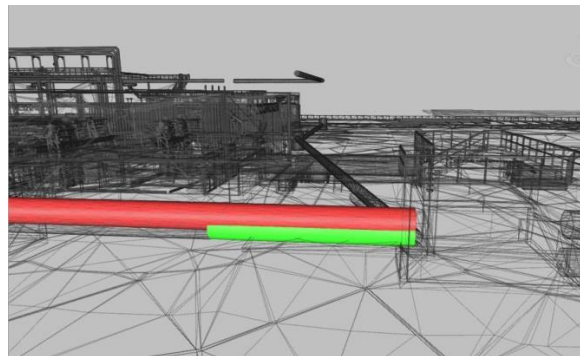


Figura 37. Interferência entre tubagens.

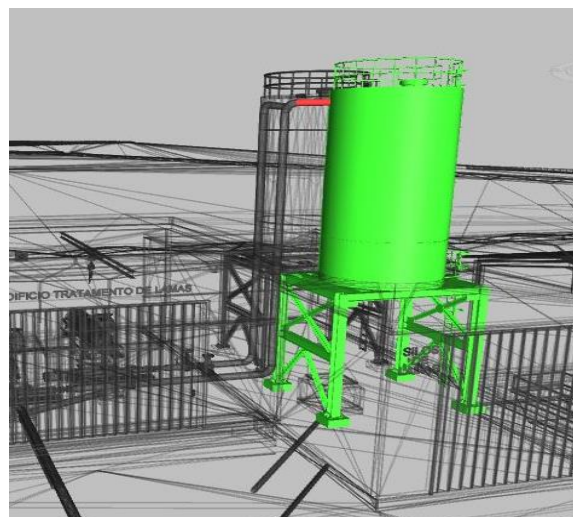


Figura 38. Interferência entre o reservatório e a tubagem.

4.4.3 Extração de quantidades

Um dos aspetos mais importantes na indústria da construção é a quantificação dos materiais e elementos de um projeto, sendo estes os elementos chave para uma análise de planeamento e custos. Por isso, no decorrer desta dissertação será visível a importância de uma cuidada e

detalhada extração de quantidades. A importância na precisão do processo de quantificação deve-se pelo facto do planeamento e custos estarem dependentes deste processo, pois simples falhas no processo de quantificação do projeto poderão ter um impacto forte no processo de gestão da construção. As falhas que existem na extração de quantidades devem-se essencialmente a erros na deteção de conflitos, duplicação de elementos no projeto e erros na identificação de elementos do projeto.

Neste projeto, a quantificação da obra é extraída do modelo e toda a informação foi devidamente organizada, com o intuito de obter uma exata extração de quantidades. Os critérios utilizados para a modelação e extração de quantidades são os que são utilizados pela empresa.

O *software* Navisworks para além de permitir a simulação da construção, possui recursos para extração de quantidades do modelo tridimensional. Este *software* detém de um comando “*Quantification Workbook*” que permite fazer a medição de quantidades do projeto a partir de modelos tridimensionais e bidimensionais. Esta ferramenta permite quantificar todos os elementos do modelo associados às diferentes disciplinas, assim como extrair informação relativa a comprimentos, larguras, espessuras, alturas, perímetros, áreas, volumes, pesos e também somatório de elementos repetidos. Tendo em conta o caso em questão, é necessário referir que é possível a combinação de vários modelos 3D para extração de quantidades.

Numa primeira fase foi necessário criar uma estrutura para classificar todos os elementos do modelo, de modo a que as quantidades se apresentem organizadas para posterior utilização em modelos de planeamento e custos do projeto (Figura 39).

Como referido anteriormente, os sistemas MasterFormat e Uniformat apesar de permitirem a organização e classificação da informação da construção, não satisfazem as necessidades de organização da empresa, daí a criação efaClass’, que será utilizada em conjunto com os sistemas já referidos para a extração de quantidades dos elementos.

Unifomat e MasterFormat		Código Taxonomia	
Items	WBS	Resources	RBS
EM	2	Betão	1.1.3
Implantação	0	C12/15	1.1.3.1.1
CC	1	C20/25	1.1.3.2.1
Obra de Entrada	1.1	C25/30	1.1.3.2.2
Infraestrutura	1.1_A	C20/25 Fundações	1.1.3.2.2.1
Casca	1.1_B	C20/25 Paredes	1.1.3.2.2.2
Superestrutura	1.1_B.10	C20/25 Lajes	1.1.3.2.2.3
Construção do piso	1.1_B.10.10	C20/25 Escadas	1.1.3.2.2.4
Cast-in-Place Concrete	1.1_B.10.10_03.30.00	C20/25 Pilares	1.1.3.2.2.5
C12/15(0)	1.1_B.10.10_03.30.00	C20/25 Vigas	1.1.3.2.2.6
C20/25(0)	1.1_B.10.10_03.30.00	C20/25 Lajes terreas	1.1.3.2.2.7
C25/30(0)	1.1_B.10.10_03.30.00	C20/25 Enchimentos	1.1.3.2.2.8
C30/37(0)	1.1_B.10.10_03.30.00		
C35/45(4)	1.1_B.10.10_03.30.00		
C40/50(0)	1.1_B.10.10_03.30.00		
C45/55(0)	1.1_B.10.10_03.30.00		
C50/60(0)	1.1_B.10.10_03.30.00		

Figura 39. Estrutura organizacional para extração de quantidades do Navisworks.

Os sistemas de classificação Unifomat e MasterFormat previamente utilizados na modelação com o intuito de classificação e organizar todos os elementos do modelo, servem nesta fase para a fácil identificação e associação dos objetos à estrutura organizacional. A efaClass', definida no capítulo anterior associa-se a estes dois com o objetivo de extrair as quantidades do projeto de acordo com a sua estrutura. A associação entre diferentes estruturas classificativas pode-se fazer através de um *template* criado no *software* Excel e importado na ferramenta “*Quantification Workbook*” pelo formato XML. Esta estrutura é associada aos órgãos e sistemas que compõe a instalação em questão. A cada elemento da estrutura foram definidos as suas principais características para posterior análise de custos, por exemplo, ao elemento parede foi definido que as quantidades a extrair seriam em áreas com a unidade metros quadrados e que as quantidades a extrair das tubagens seria o comprimento das mesmas em metros. Estas propriedades apenas se definem uma vez quando criada a estrutura.

Na Figura 39, apresenta-se a estrutura utilizada para a extração de quantidades. Como referido, esta estrutura associa os dois sistemas de classificação internacionais e a efaClass'.

Definida esta fase, é agora necessário associar os elementos do modelo 3D à estrutura definida para o “*Quantification Workbook*”. A informação inserida no projeto em combinação com algumas ferramentas do programa tornam esta interação simples. A ferramenta de extração de quantidades possui um comando de análise que permite alertar quando o modelo foi alterado

no *software* de modelação, isto é, quando um objeto for eliminado do modelo 3D, esta ferramenta de análise comunica essa alteração.

Com este processo concluído, segue-se a extração das quantidades para o *software* Excel e seguidamente dá-se a associação do código correspondente às quantidades extraídas, à efaClass', resultando assim numa estrutura sistematizada com todas a quantidades e informações correspondentes. Na Figura 40 pode-se ver a lista de quantidades extraída do Navisworks e, seguidamente, a estrutura sistematizada (efaClass') com as respetivas quantidades. A quantificação completa da empreitada encontra-se em anexo.

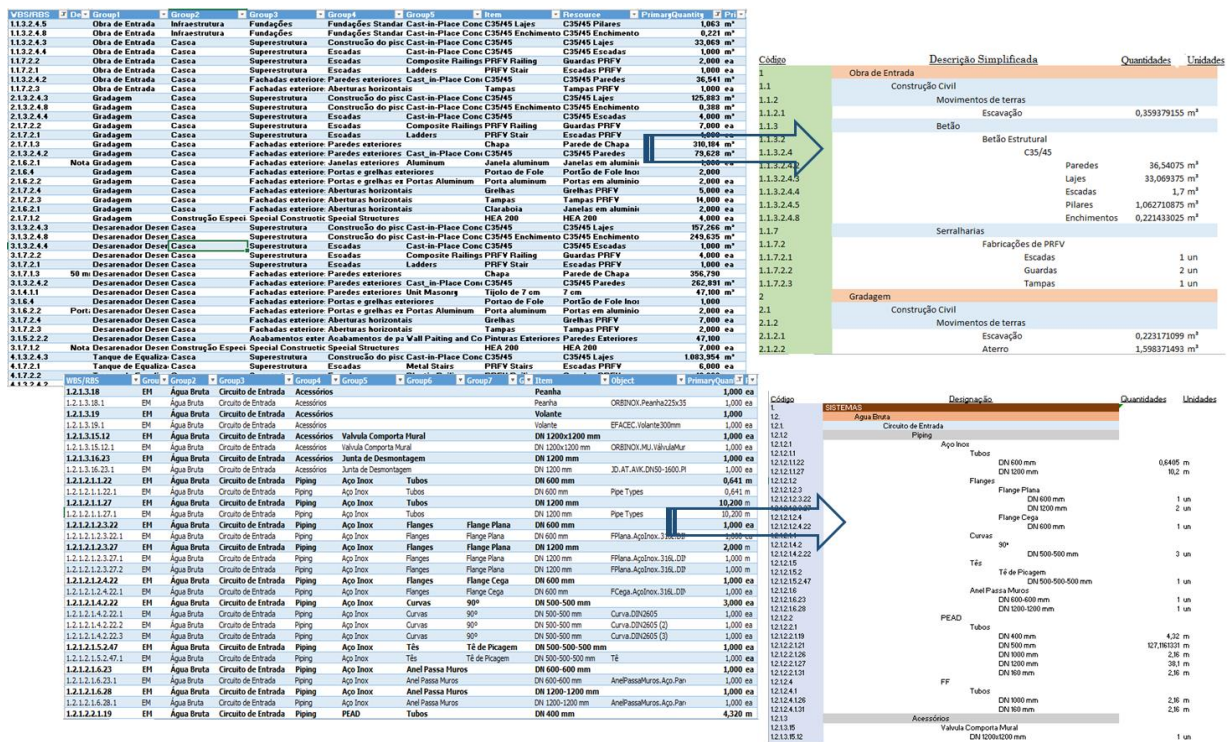


Figura 40. Quantidades extraídas do Navisworks.

4.5 Planeamento da construção/Modelo 4D

Depois de validado o modelo segue-se o processo de planeamento e simulação da construção. Um elevado nível de informações requer esforços elevados por parte da equipa de planeamento e gestores de projeto, pois são estes que devem gerar um modelo com elevado detalhe de informações, para uso no planeamento com o intuito de melhorar a qualidade do projeto. Através do método abordado é possível obter um melhor nível de detalhe da informação que, pelo processo tradicional por vezes é difícil de alcançar. As principais informações requeridas neste processo inclui o processo detalhado das diferentes atividades.

Numa abordagem inicial desta dissertação, foi referida a importância dos modelos 4D no panorama atual da construção. O processo de simulação normalmente inicia-se na fase de planeamento de construção do projeto e acaba quando a construção real termina. O processo de simulação ajuda os empreiteiros a enfrentar desafios e tomar decisões mais confiantes durante a construção do projeto. O modelo é ainda usado como apoio na fase de construção para a comunicação entre a equipa de projeto, empreiteiros e trabalhadores.

Serão apresentadas nos capítulos seguinte as etapas a decorrer para a obtenção de um modelo 4D, bem como os resultados alcançados.

4.5.1 Tarefas

Tradicionalmente um modelo 4D inicia-se com a definição do programa de trabalhos, para que se possa combinar com o modelo 3D. Este programa de trabalhos de construção por vezes é criado num *software* de planeamento que segue o método WBS. Este planeamento trata-se de uma tarefa bastante delicada, pois é necessário uma articulação cuidada das diversas tarefas da construção de modo a assegurar uma fluidez eficaz dos processos. Torna-se bastante complicado a elaboração desta tarefa dada a imprevisibilidade associada á construção. Criar um programa de trabalhos é um processo de tal maneira exaustivo, que gestores da construção responsáveis por este processo despendem muito tempo na sua elaboração. Feita uma análise a alguns programas de trabalhos realizados pela empresa, detetou-se um baixo nível de detalhe e algumas incoerências que podem ser corrigidas com o uso da metodologia apresentada a seguir.

Seguida da elaboração do planeamento num *software* como o Ms Project, inicia-se o processo de associação deste ao modelo 3D, para que seja possível obter uma simulação do faseamento construtivo da obra. Para este processo é necessário a associação de todos os elementos do modelo tridimensional a cada tarefa definida pelo programa de trabalhos. Esta associação é, muitas vezes, realizada manualmente através de um processo visual, tornando-se por vezes exaustiva pois quando é abordada uma obra de grande dimensão é necessário uma visualização dos elementos bastante cuidada, para que erros não sejam cometidos. No entanto, quando comparado com o processo desenvolvido antigamente, que era muito complicado perdendo-se muitas vezes a noção exata do elemento ao interpretar as peças desenhadas, este processo tem a vantagem de ser poder ver exatamente o objeto que está a ser associado e não permitir que o mesmo objeto seja atribuído a mais que uma tarefa, através de funcionalidades do *software* utilizado.

Como já foi entendido no capítulo anterior, a metodologia de planeamento deste trabalho tem como objetivo a utilização do sistema de classificação, com o intuito de facilitar o processo exaustivo de construção do programa de trabalhos. Através de uma estrutura de planeamento já pré definida e que, é ajustada automaticamente de acordo com a obra em questão por meio do processo de extração de quantidades, torna-se mais fácil a execução do planeamento, o nível de detalhe da informação é bastante superior e permite que o processo de elaboração da simulação 4D mais rápida. Na Figura 41, está representado a comparação do plano de trabalhos gerado através quantificação e o plano de trabalhos criado pela empresa.

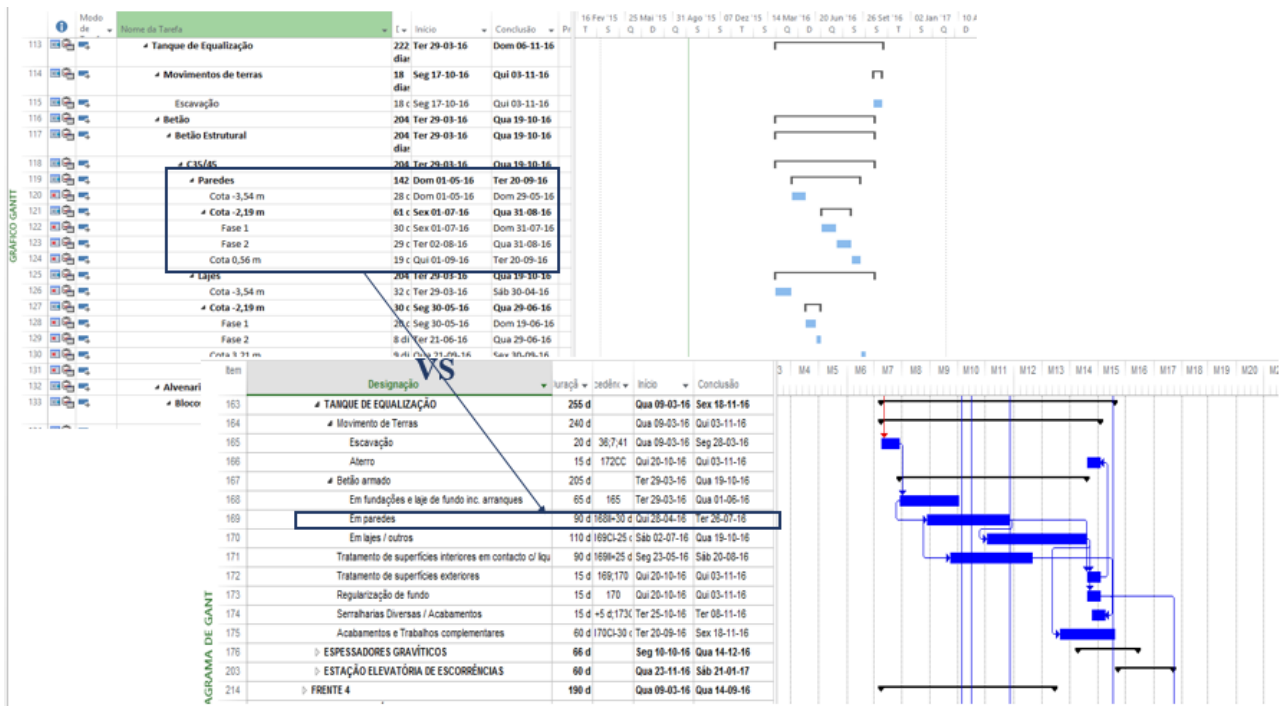


Figura 41. Comparação do nível de detalhe entre os diferentes planos de trabalhos.

Através desta abordagem estudada, as tarefas são definidas aquando a exportação das quantidades para o Excel, pois o processo seguinte passa apenas pela importação dessa estrutura no *software* de planeamento que, neste caso foi o Ms Project. É ainda necessário inserir os tempos e precedências a esta estrutura, para que seguidamente se possa usar numa ferramenta BIM para obtenção do modelo 4D. Assim conclui-se que este método estudado no decorrer da dissertação estabelece uma ligação do modelo 3D com o planeamento capaz de produzir imagens 4D. Na Figura 42, apresenta o processo sistematizado utilizado para a elaboração do modelo BIM 4D.

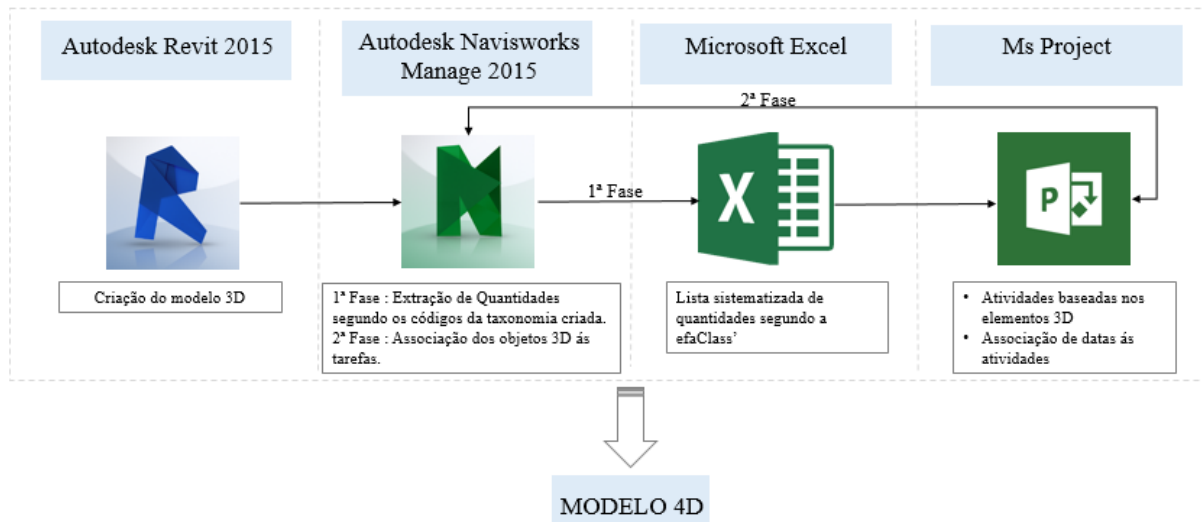


Figura 42. Processo de criação do modelo 4D adotado nesta dissertação.

4.5.2 Planeamento e Simulação

Após da conclusão do subcapítulo anterior, que resultou numa lista de tarefas com os tempos através da efaClass', foi utilizado o *software* Navisworks para produzir um modelo visualização dos trabalhos construtivos. Apesar da efaClass' apresentar um nível de detalhe elevado, algumas propriedades inerentes ao processo de construção terão de ser adicionadas para uma simulação coordenada dos trabalhos. Assim vê-se a necessidade de acrescentar níveis à estrutura classificativa, como os níveis ou cotas de determinados elementos, assim como as fases de construção. Na Figura 43 está representado um edifício (Tanque de Equalização) que terá de ser construído por fases e por cotas, pois dada a sua dimensão e, conseqüentemente, à grande quantidade de material necessário, não é possível realizar a construção deste de uma só vez, por exemplo, as lajes ou paredes de betão exigem uma quantidade de material que não é funcional ser aplicada de uma só vez.

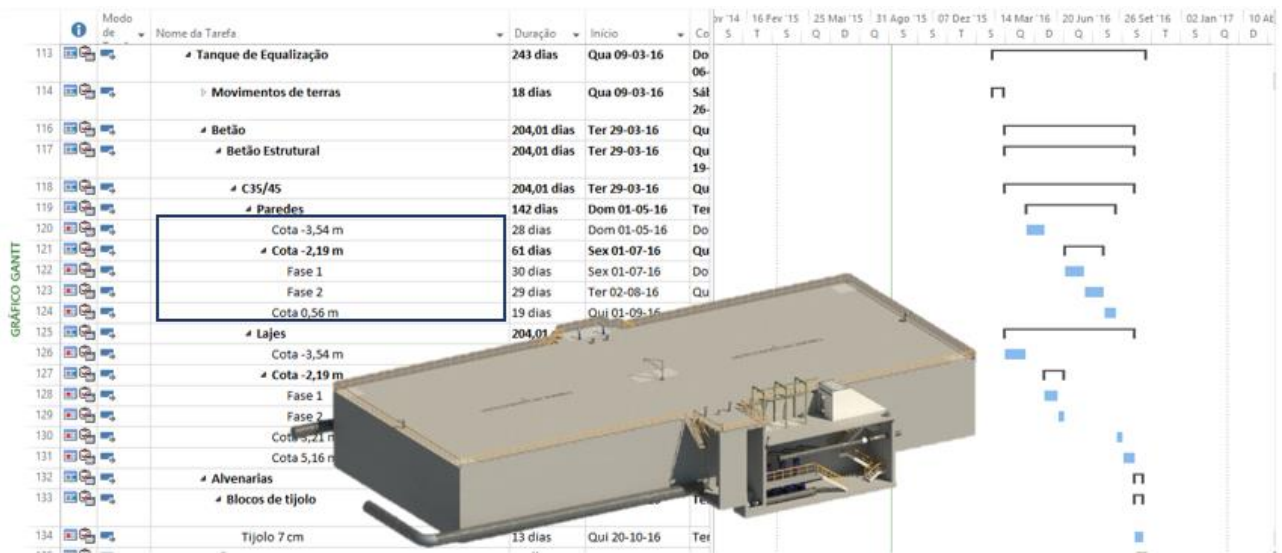


Figura 43. Níveis inerentes ao faseamento construtivo.

Associação dos elementos do modelo 3D às fases construtivas baseiam-se nas quantidades extraídas, ou seja, uma vez que a estrutura base é a mesma, os mesmos elementos serão associados sem grande dificuldade. Contudo esta associação será sempre suportada pela capacidade de visualização dos elementos usando o modelo 3D e folhas 2D, pois alguns elementos são melhor perceptíveis em plantas e cortes (ver Figura 44).

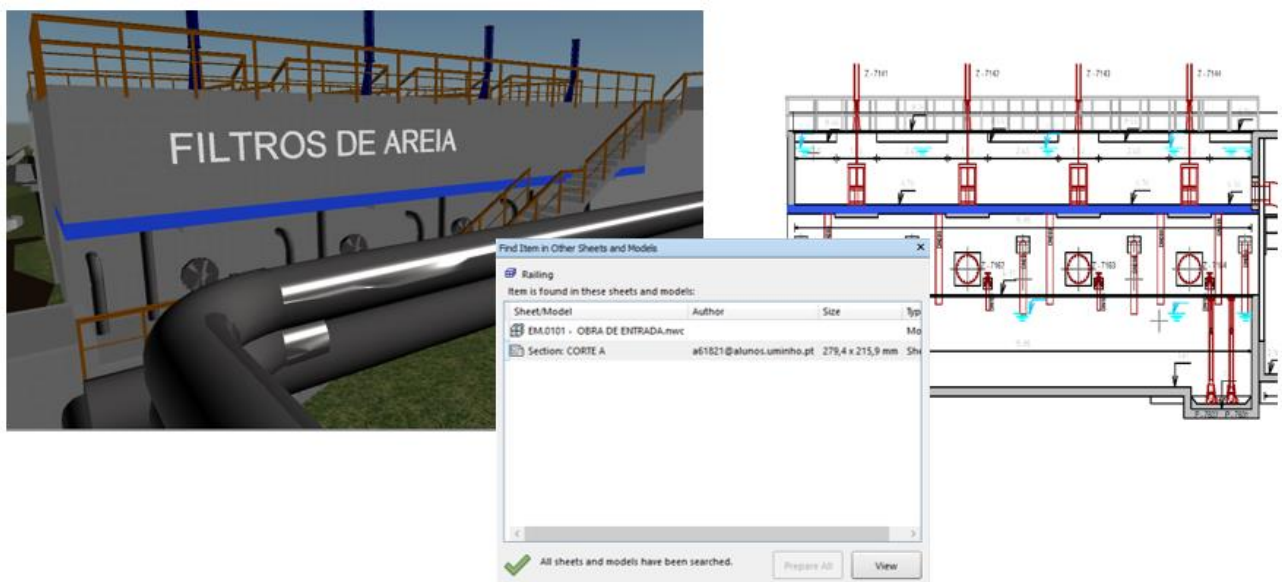


Figura 44. Visualização 3D e 2D de um elemento.

Para terminar, pode ser gerado um vídeo simulando do faseamento construtivo da obra, permitindo analisar as diversas fases da construção. Para além disso, é possível fazer uma comparação entre o planeado e o real mas tal, não será feito no âmbito desta dissertação uma

vez que o projeto em estudo ainda não está em execução, não sendo possível assim disponibilizar o real, para possível comparação. Esta simulação permite a sua navegação de acordo com as necessidades do utilizador, suportando decisões que tenham que ser tomadas no decorrer do projeto e oferece a possibilidade de estudar várias opções de cenários futuros. Neste seguimento é apresentado na Figura 45 a simulação do faseamento construtivo.

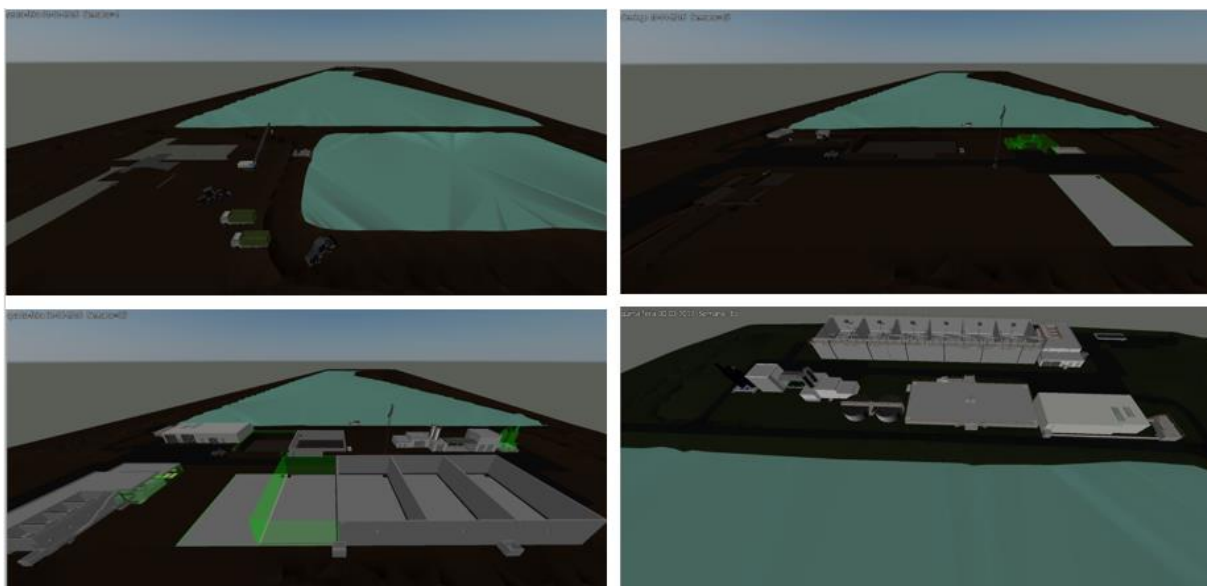


Figura 45. Simulação do faseamento construtivo.

4.6 Modelo 5D

4.6.1 Elaboração do modelo 5D

A fase de determinação dos custos é tem elevada importância para o gestor de projeto, pois o resultado dessa análise é determinante para a tomada de decisão financeira. Por outro lado uma correta estimativa de custo permite uma melhor compreensão da estruturação dos custos e, conseqüentemente, uma maior segurança no planeamento e uma melhor análise de forma a tentar obter uma redução dos custos gerais da obra. De acordo com o escrito no estado da arte, os custos são desenvolvidos nas diversas fases de um projeto, apresentado objetivos e graus de precisão diferentes no decorrer destas fases. A metodologia BIM permite através de modelos 5D analisar e identificar a solução economicamente mais viável para o projeto. Com o fácil acesso a informações detalhadas sobre os custos, os modelos 5D elevam a eficiência dos intervenientes no processo construtivo, uma vez que estes modelos permitem que os diversos intervenientes trabalhem em conjunto para alcançar os objetivos a que são propostos, como o

controlo de custos finais da empreitada e o alinhamento de objetivos na determinação da qualidade do projeto, enfatizando o processo colaborativo da metodologia BIM.

Como referido anteriormente, uma extração de quantidades baseada no modelo permite uma atualização dinâmica aquando das alterações dos modelos pelo que, os custos terão também a respetiva atualização.

Sendo que para a modelação se utilizam ferramentas BIM diferentes das utilizadas para controlo de custos é requerido que exista interoperabilidade entre diversos *software* com o intuito de construir uma estimativa viável, evitando erros na interpretação da informação.

Assim, o primeiro ponto focado deste estudo foi a utilização da taxonomia criada (efaClass') para uma extração de quantidades sistematizada e organizada. Outros sistemas de classificação (Uniformat e MasterFormat) são incentivados a usar com o intuito de gerar os custos do projeto de forma organizada. No entanto, como já foi referido durante a análise destes sistemas de classificação, a sua aplicação direta não satisfaz as necessidades da empresa devido a estrutura organizacional deles.

Seguidamente foi criada uma base de dados com as informações dos preços de todos os elementos contidos no modelo, desde construção civil aos sistemas. Esta base de dados compila diferentes preços unitários para cada elemento, desde os preços de diferentes fornecedores, ao preço de venda. O preço final de venda de cada elemento apresenta-se através de um código que faz automaticamente a ligação entre esta base de dados e a efaClass', para que este processo de associação dos preços à estrutura classificativa seja automático (ver Figura 46).

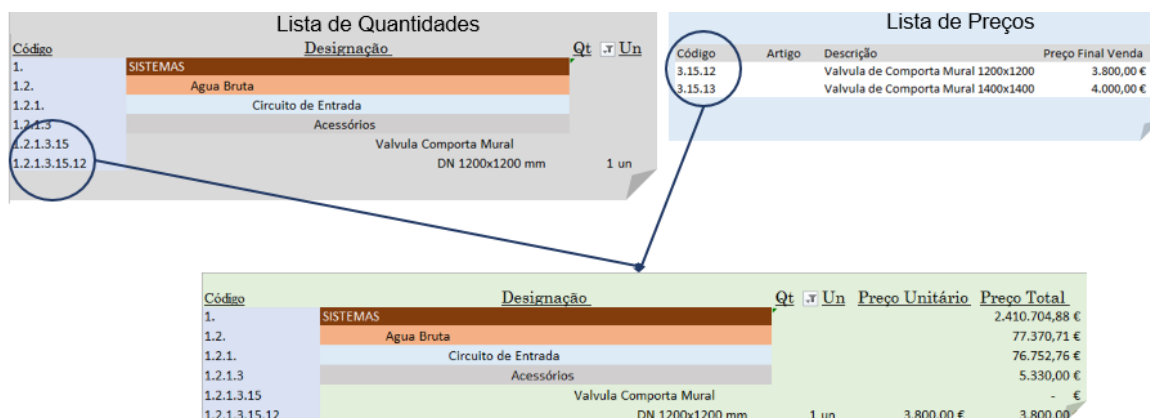


Figura 46. Associação de custos às quantidades através do código efaClass'.

É importante salientar que, estes preços são meramente indicativos e que tratando-se de um projeto para concurso, a fiabilidade da estimativa apresentada é equivalente ao grau de desenvolvimento do modelo gerado. Na Figura 47 está representado de forma esquemática todo o processo elaborado nesta dissertação para a realização das estimativas de custos do projeto segundo os elementos do modelo.

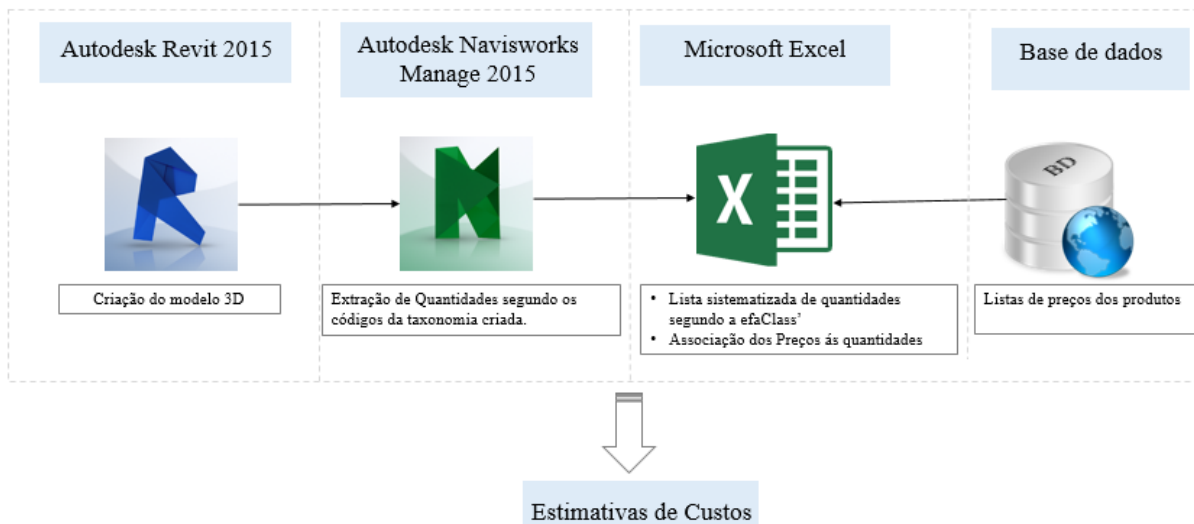


Figura 47. Processo para o estudo dos custos do projeto.

4.6.2 Output do modelo 5D

Quando finalizada a associação das quantidades extraídas do modelo aos preços unitários fornecidos pela base de dados gerada pela empresa, torna-se possível elaborar uma análise financeira do projeto relativamente aos elementos extraídos do modelo, com o intuito de fundamentar tomadas de decisão e apresentar ao dono de obra um relatório detalhado. Foi usado o *software* Excel neste estudo que, dada a versatilidade deste software é possível e recomendável a apresentação de vários cenários do projeto, com o propósito de facilitar a leitura de um modelo 5D consoante as necessidades do utilizador. Na Figura 48 e Figura 49 está apresentada uma análise geral dos custos por órgãos, sistemas e o custo total em produtos das duas especialidades. Em anexo é apresentado um relatório detalhado de todas as quantidades e os custos associados.

Construção Civil	3.084.235,32 €
Obra de Entrada	26.217,09 €
Gradagem	88.803,21 €
Desarenador Desengordurador	236.974,72 €
Tanque de Equalização	672.182,45 €
SBR's	1.572.563,62 €
Tratamento Terciário + Produção	261.967,28 €
Espessador Gravítico	78.743,80 €
Edifício de Tratamento de Lamas	64.742,07 €
EE de Escorrências	4.102,63 €
Desodorização	57.880,04 €
Báscula	20.058,40 €



Figura 48. Resumo de custos da construção civil

SISTEMAS	2.441.104,88 €
Água Bruta	81.170,71 €
Pré Tratamento	27.729,29 €
Tratamento Biológico	888.006,38 €
Água Tratada	519.620,20 €
Tratamento Fossas	43.259,55 €
Tratamento Lamas	132.742,62 €
Tratamento Areias	203.817,15 €
Tratamento Gorduras	44.131,39 €
Tratamento Escumas	933,48 €
Poly	38.162,16 €
Tratamento Odores	91.000,00 €
By-Pass	23.104,31 €
Escorrências	18.797,65 €
Edifício Tratamento de Lamas	2.741,00 €
Edifício Produção de ar	3.000,00 €
Edif.Desodorização	82.814,60 €
Báscula	47.562,00 €
Edif Desarenador Desengordurad	37.279,64 €
Edif Gradagem	370,50 €

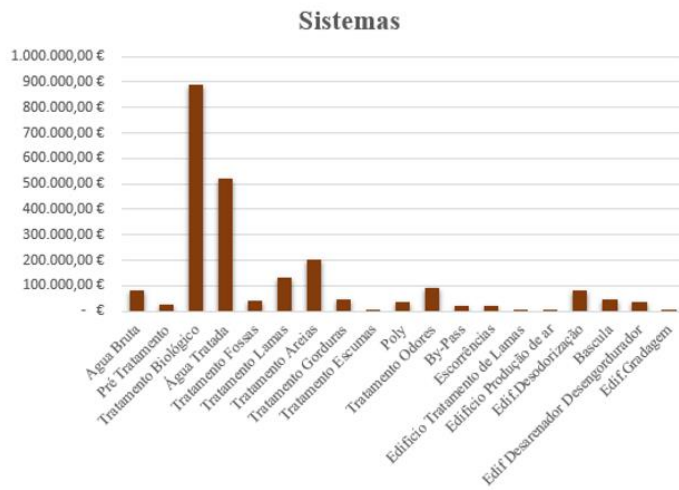


Figura 49. Resumo de custo de sistemas.

Para concluir, apesar de esta taxonomia não ter sido utilizada num projeto já concretizado, revelou-se um sucesso para o planeamento construtivo e para custos, pois trata-se de uma estrutura classificativa dinâmica e ajustável às necessidades dos utilizadores para a gestão da informação da construção.

4.7 Recomendação do uso dos sistemas de classificação na indústria da construção

A utilização dos sistemas de classificação pode e deve ter um impacto na indústria da construção. Após um estudo detalhado sobre os sistemas de classificação para a gestão da construção, conclui-se que a relação da construção com a vasta informação inerente a esta, aumenta quando se utiliza um sistema de classificação eficaz. O uso do BIM tem incentivado a utilização dos diferentes sistemas de classificação consoante as necessidades dos intervenientes,

pois são visíveis as vantagens como a diminuição do tempo despendido na organização de todos os elementos do projeto, com impacto na redução de custos e uma possibilitando uma melhor gestão da construção. A utilização sistemas de classificação pode também permitir aos programadores do *software* ganhar vantagens competitivas e oferecer as empresas de construção um melhor retorno do seu investimento inicial.

Com a ajuda de um *software* 4D e a possibilidade de associar os sistemas de classificação aos elementos do modelo, o fluxo do processo de construção pode ser melhor otimizado. Para suportar o fluxo da informação na indústria da construção é importante seguir algumas recomendações.

- Vendedor do *software* deve oferecer uma ferramenta para a classificação de todos os elementos de um modelo;
- Gestor do Projeto/Gestor BIM deve acordar com todos os intervenientes do projeto (Engenheiros de estruturas e MEP, Arquitetos, Gestores da Construção, *Facility Managers* etc), a utilização dos sistemas de classificação assim como, o nível de detalhe que deve abranger;
- Arquiteto/Engenheiros de Estruturas/Engenheiros MEP precisam de associar os sistemas de classificação aos seus objetos e seguidamente deve ser transferida, dependendo dos *software* que os diferentes intervenientes usam, através de um formato compatível com todos, como por exemplo o IFC;
- Após reportado todos os modelos com os elementos classificados, o coordenador de projeto faz a combinação dos diferentes modelos e a deteção de conflitos através dos sistemas de classificação;
- Gestor da construção recebe os vários modelos e segue uma ordem no processo de gestão da construção. Inicialmente é necessário fazer análise da informação e verificar se o nível de detalhe é o suficiente para o processo que se segue. Uma vez validada esta questão serão realizadas as extrações de quantidades de todo o modelo, estimativas de custo do projeto e planeamento construtivo. A obtenção do modelo 4D e 5D é um processo simples quando temos uma organização dos trabalhos de construção adequada;
- A manutenção da construção utiliza a combinação dos vários modelos. Os *Facility Manager* têm necessidade especiais para a manutenção dos edifícios, pois precisam da classificação por espaços. Esta questão deve ser tida em consideração pelo coordenador BIM na altura em que são definidos os requisitos do projeto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS

5.1 Considerações Finais

Esta dissertação cumpriu com os objetivos iniciais estabelecidos. Os assuntos e conceitos destacados ao longo desta dissertação, apoiaram-se em duas grandes áreas: a metodologia BIM e a Classificação e Organização da Informação da Construção. Mais concretamente, assentaram na importância de classificar e organizar a informação da construção de modo a melhorar a *performance* da empresa no desenvolvimento dos modelos BIM 4D e 5D.

O presente trabalho permitiu entender que, a vasta quantidade de informação produzida no setor AEC, variando na dimensão das empresas e nos métodos de trabalho, deve ser organizada e classificada segundo as necessidades dos utilizadores de modo a que, a informação possa ser pesquisável e filtrável, aumentando a eficiência dos processos da empresa para a qual é utilizada. Nesta fase é útil a utilização de *software* BIM que permita a introdução de informação nos modelos, e os sistemas de classificação.

Após uma análise atenta dos principais sistemas de classificação existentes, entendeu-se a importância que cada sistema poderia ter na organização da informação da construção. A aplicação destes sistemas de classificação, em diferentes modelos, também permitiu entender de que forma estes sistemas poderiam facilitar a organização da informação para o fácil desenvolvimento dos modelos de planeamento e custos. Contudo, com a aplicação destes sistemas entendeu-se que era necessário criar uma taxonomia (denominada como efaClass') para uso nos projetos internos da empresa de modo a classificar, a sua informação técnica e retirar vantagens competitivas para sua utilização no âmbito da gestão.

Relativamente ao estudo e aplicação dos sistemas de classificação existentes, elenca-se as seguintes conclusões:

- Embora exista um longo caminho a percorrer no sentido de organizar e classificar todas as informações da construção, nota-se uma melhoria significativa nos últimos anos. No entanto, sente-se a necessidade de um sistema de classificação único que defina regras de boas práticas e uma linguagem harmonizada entre os agentes, de modo a permitir a transferência de dados *standard* entre meios informáticos, quantificação de materiais, elaboração de orçamentos, entre outras. Contudo verifica-se nos sistemas de classificação existentes a não adequação da profundidade, extensão e organização

destes, no ambiente nacional/organizacional. De uma forma geral, os sistemas de classificação de alguns países coincidem nos conceitos mas, diferem na estrutura e codificação, o que poderá constituir uma dificuldade à criação de um sistema global;

- Um objeto poderá conter mais que uma codificação. No entanto, é essencial analisar a informação relevante que deve ser inserida no modelo aquando a sua realização tendo em conta a que fim se destina pois, não é viável atribuir informação desnecessária aos elementos. Apesar de todos os sistemas de classificação serem diferentes, nota-se a complementaridade e integração entre eles pela natureza das suas tabelas, pela semelhança de formas e conteúdos;
- Todos os elementos classificados para além de se tornarem facilmente pesquisáveis noutros *software* (como por exemplo Navisworks), permitem organização das quantidades dos modelos segundo a estrutura classificativa mais adequada às necessidades dos utilizadores.
- Ainda que sejam evidentes as vantagens dos principais sistemas de classificação existentes, estes apresentam limitações na sua aplicação, numa perspetiva tecnológica e humana. Na perspetiva tecnológica destaca-se a falta de capacidade de utilização de diferentes sistemas de classificação nos diferentes *software* de modelação, e da falta de interoperabilidade entre *software* que, por vezes, dificulta a transferência de alguma informação. Na perspetiva humana, a utilização da metodologia BIM e a aplicação de sistemas de classificação implica uma mudança cultural na forma como as obras são projetadas, construídas e mantidas, levando criação de novos métodos de trabalho e novas formas de gestão da informação. A incapacidade das indústrias aceitarem e implementarem as novas tecnologias da informação pode criar uma barreira à inovação dos processos de trabalho.

Relativamente à aplicação da efaClass' lista-se as seguintes conclusões:

- Este sistema permite extração de quantidades exatas baseadas no modelo e organizadas segundo esta classificação que, permite uma leitura fácil das quantidades. A quantificação dos materiais segundo a efaClass' apresenta-se como base e “ponto-chave” das seguintes fases, pois a partir de uma lista de quantidades baseada no modelo é possível associar os preços de cada elemento e obter desta forma os custos dos elementos baseados no modelo, segundo uma hierarquia organizacional adequada à empresa. Para além dos custos, é ainda possível aproveitar a mesma estrutura para a

descrição do plano de trabalhos, permitindo composição de um plano com maior nível de detalhe de informação.

- O uso da efaClass' possibilita, sinteticamente, diminuir o tempo, erros e omissões na gestão da informação das fases 4D e 5D, uma organização do processo construtivo mais adequada, otimização dos processos de gestão do projeto.

Constatou-se que, a classificação da informação, ao longo de todo ciclo de vida de um projeto é fundamental. Para tal devem ser usados sistemas de classificação que facilitem a gestão da informação no processo de construção e na fase de manutenção e operação dos edifícios.

Por último, conclui-se que, sendo os resultados da aplicação da efaClass' bastante satisfatórios ficou patente entre a equipa do Departamento de Projeto da Divisão Águas -Unidade Ambiente que a aplicação deste sistema é uma opção viável e estando esta a ser melhorada para aplicação em futuros projetos.

5.2 Perspetivas Futuras

A continuação do desenvolvimento da efaClass' e de outros sistemas de classificação existentes, não é propriamente uma perspetiva futura, pois um sistema de classificação nunca será finalizado devido às inovações tecnológicas e aos novos métodos de trabalho. Assim, um sistema estará constantemente em análise e sujeito a alterações que se ajustem a novas metodologias e necessidades.

A criação de um sistema de classificação universal em que se estabeleça uma linguagem harmonizada entre os intervenientes é um processo quase utópico, pois as regras de boas práticas da construção diferem entre países. Contudo é possível regulamentar e promover uma abordagem normalizada aos fluxos de transferência de informação e sua estruturação entre países que frequentem o espaço europeu. No entanto ainda um longo caminho terá de ser percorrido neste sentido, pois muitos países já tem uma estrutura bem definida, enquanto outros ainda não possuem uma estrutura classificativa.

A nível nacional, adivinha-se, o desenvolvimento de uma normalização dos sistemas de classificação e da metodologia BIM que, deverá ser um contributo para a sistematização e uniformização da estrutura classificativa para o processo construtivo a nível europeu.

Relativamente a desenvolvimentos futuros, no âmbito da empresa, propõe-se a utilização dos sistemas de classificação adequados para além da construção, como por exemplo para a manutenção e

operação do edifício. Para além disso, também se propõe a adaptação do sistema de classificação usado pela empresa, para o aprovisionamento a um sistema de classificação existente (Omniclass) com o intuito de melhorar a estrutura e sua utilização num ambiente BIM, capaz de ser utilizado desde a fase de conceção do projeto até ao aprovisionamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Barnett, S. Batten, A. Chiu, J. Franklin, M. Sebastiá-Barriel, The UK Productivity Puzzle, *Bank Engl. Q. Bull.* 54 (2014) 114–128. [Online] Disponível em: <http://www.bankofengland.co.uk/publications/Documents/quarterlybulletin/2014/qb14q201.pdf>.
- [2] J. Martins, *Modelação do Fluxo de Informação no Processo de Construção* (2009). Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [3] NBS, UK productivity – how the construction industry can help, (2014). [Online] Disponível em: https://www.thenbs.com/topics/practiceManagement/articles/uk-productivity_how-the-construction-industry-can-help.asp (30 de Setembro, 2015).
- [4] P.M.A. Lázaro, *Gestão Da Informação Na Construção - Aplicação De Ferramentas Colaborativas No Desenvolvimento De Projectos De Construção*, (2010). Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [5] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, K. Liston, *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and constructor*, (2011).
- [6] Bruno Caires, *BIM as a tool to support the collaborative project between the Structural Engineer and the Architect*, (2013). Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade do Minho.
- [7] J.C. Lino, M. Azenha, P. Lourenço, *Integração da Metodologia BIM na Engenharia de Estruturas*, (2012) *Encontro Nacional Betão Estrutural - BE2012*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [8] A. Monteiro, J.P. Martins, *Building Information Modeling - Funcionalidades e Aplicação*, (2011). *2º Forum Internacional de Gestão da Construção - GESCON 2011, Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*.
- [9] *AEC/CAD/BIM: The User Perspective*, *Building, National Building Information Modeling standard Of, National Institute Sciences* (2007).
- [10] L.A. Nascimento, E.T. Santos, *A indústria da construção na era da informação, Ambiente Construído*.(2008)
- [11] E. Hjelseth, *Exchange of Relevant Information in BIM- objects Defined by the Life Cycle Information Model (LIM)*, *Tradit. A J. Orthodox Jewish Thought.* (n.d.) 227–240.
- [12] S.L. Kajewski, A. Weippert, *Online Remote Construction Management: A State-of-the-Art Report*, 2003.
- [13] Aec (Uk), *AEC (UK) BIM Protocol - Implementing UK BIM Standards for the Architectural, Engineering and Construction industry*, (2012) 1–46.

- [14] S.K. Gupta, *Integration of BIM in High-Rise, Building Construction*, (2014).
- [15] BIMForum, *Level Of Development Specification*, (2015).
- [16] M.F. Hergunsel, *Benefits of Building Information Modeling, Design*. (2011) 1136–1145. http://www.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-042011-135239/unrestricted/MHergunsel_Thesis_BIM.pdf.
- [17] J.A. Faria, *Gestão de Obras e Segurança* (2013). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
- [18] H.J. Wang, J.P. Zhang, K.W. Chau, M. Anson, 4D dynamic management for construction planning and resource utilization, (2004). *Automation in Construction*. 13 575–589.
- [19] V.R. Kamat, J.C. Martinez, M. Fischer, M. Golparvar-Fard, F. Peña-Mora, S. Savarese, *Research in Visualization Techniques for Field Construction*, (2011). *Journal of Construction Engineering and Management* 137 853–862.
- [20] X. Jiang, *Developments in cost estimating and scheduling in BIM technology*, (2011) 1–89 Thesis Requirement of Master of Science Degree in Civil & Environmental Engineering. *Northeastern University Boston, Massachusetts*.
- [21] A. Monteiro, J.P. Martins, *Linha de Balanço - Uma Nova Abordagem ao planeamento e Controlo das actividades da Construção*.
- [22] W. Kymmell, *Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations*. McGraw-Hill Construction, (2008).
- [23] PMI, *Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Prjetos. Guia PMBOK 4ª Edição*. Project Management Institute, Inc, (2008).
- [24] L. Sabol, *Challenges in Cost Estimating with Building Information Modeling, Design + Construction Strategy*. (2008) 1 – 16.
- [25] D. Mitchell, *5D Bim : Creating Cost Certainty and Better Buildings*, (2012) 2012 RICS COBRA, Las Vegas, Nevada USA, 11-13 1–9.
- [26] P. Smith, *BIM & the 5D Project Cost Manager*, (2014). *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 119 475–484.
- [27] C. IDS, *First International Conference on Improving Construction And Use Trough Integrated Design Solutions*, (2009).
- [28] S.M. de C. Jesus, *Análise e Alinhamento de Tecnologias de Construção*, (2010). Tese de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade do Minho.
- [29] A. Monteiro, P. Mêda, J. Poças Martins, *Framework for the coordinated application of two different integrated project delivery platforms*, (2014) *Automation in Construction* 38

- [30] R. Scherer , Ardeshir Mahdavi, Bob Martens, eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction, (2015).
- [31] S.V.N. Biscaya, Coordination and management of information for construction design projects a framework for Portugal, (2012). Degree of Doctor of Philosophy, University of Salford, UK.
- [32] G. Ceton, Using OmniClass TM, (2014).
- [33] ISO (International Organization for Standardization), [Online]. Disponível em: <http://www.iso.org/> (Março, 2015).
- [34] M. Monteiro, Classificação da Informação na Indústria da Construção - Perspectivas e Percursos, (1998). Faculdade de Engenharia da Universidade do porto,
- [35] ISO 12006-2, Building Construction - Organization of information about construction works Part 2 : Framework for classification of classification, (2001).
- [36] B. Archer, K. Bagshaw, Trade Literature , Cataloguing and Classification Guidelines, (2000). *California state journal of medicine* 384.
- [37] T. Maritz, C. Klopper, T. Siglé, Developing a national standard/code of practice for the classification of construction information in South Africa, (2005) *Building and Environment* 40 1003–1009.
- [38] R.C.& R. Greeno, Building construction Handbook Incorporating Current Building & Construction Regulations, (2006).
- [39] A.P. Book, General Information., (1933). *Journal of the National Medical Association*. 25-194.
- [40] M.J. Maritz, Towards Establishing National Standards for the Classification of Construction Information, (2003). Degree in Philosophy, Faculty of Engineering , Built Environment and Information Technology, University of Pretoria.
- [41] D.B. Wiki, Common Arrangement of Work Sections, [Online]. Disponível em: <http://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Uniclass> (Maio, 2015)
- [42] N. Dawood, E. Sriprasert, Z. Mallasi, B. Hobbs, A. Drawings, Development of an Integrated Information Resource Base for 4D / Vr Construction, (2001) 1–10. School of Science and Technology, University of Teesside.
- [43] S. Delany, Classification, NBS BIM Toolkit Beta. (2015). [Online]. Disponível em: <https://toolkit.thenbs.com/articles/classification#classificationtables> (Agosto, 2015).
- [44] CPIC, Proposed changes to the UK construction sector’s classification system, Uniclass2 – why and how. [Online]. Disponível em: <http://www.cpic.org.uk/uniclass/uniclass2/> (Março, 2015).

- [45] R.S.W. e J.R.R.J. Harold J.Rosen , Mark Kalin, Construction Specifications Writing - Principles and Procedures, 6Th ed., (2010).
- [46] CSI, MasterFormat. [Online]. Disponível em: <http://www.csinet.org/Home-Page-Category/Formats/MasterFormat.aspx> (Março, 2015).
- [47] CSI, OmniClass: Introduction and User's Guide, (2006) 29. [Online]. Disponível em: http://www.omniclass.org/tables/OmniClass_Main_Intro_2006-03-28.pdf.(Março, 2015).
- [48] CSI, MasterFormat, Applications Guide. [Online]. Disponível em: www.masterformat.com (Março, 2015).
- [49] R.P. Charette, H.E. Marshall, UNIFORMAT II Elemental Classification for Building Specifications, Cost Estimating, and Cost Analysis, (1999) 103. [Online]. Disponível em: <http://www.fire.nist.gov/bfrlpubs/build99/art080.html>.
- [50] CSC CSI, UniFormat, A Uniform Classification of Construction Systems and Assemblies, (2010).
- [51] L. Dianne Davis , CSI, BSA, Updating Omniclass .The construction specifier, (2010). [Online]. Disponível em: <http://www.kenilworth.com/publications/cs/de/201011/files/14.html>.
- [52] C. Dianne Davis, CSI, BSA, LCI and Greg Ceton, CSI, Collaborating for Better BIM - OmniClass: Classifying the Built Environment, (2011). *Journal of Building Information Modeling* 40.
- [53] B. Environment, A Strategy for Classifying the Built Environment Table 11 – Construction Entities by Function Table 11 - Construction Entities by Function, (2013).
- [54] B. Environment, A Strategy for Classifying the Built Environment Table 12 – Construction Entities by Form Table 12 - Construction Entities by Form, (2012).
- [55] R.S. Chapter, A Strategy for Classifying the Built Environment Table 13 – Spaces by Function Esta tabela servira de base para criação dos, (2012).
- [56] OmniClass, A Strategy for Classifying the Built Environment Table 14 - Spaces by Form, (2013).
- [57] OmniClass, A Strategy for Classifying the Built Environment Table 21- Elements, (2013).
- [58] B. Environment, A Strategy for Classifying the Built Environment Table 22 - Work Results Table 22 - Work Results, (2011).
- [59] OmniClass, A Strategy for Classifying the Built Environment Table 31- Phases, (2012).
- [60] B. Environment, A Strategy for Classifying the Built Environment Table 32 - Services Table 32 - Services, (2010).

- [61] OmniClass, A Strategy for Classifying the Built Environment Table 33-Disciplines, (2012).
- [62] OmniClass, A strategy for Classifying the Built Environment Table 34 – Organizational Roles, (2012).
- [63] OmniClass, A strategy for Classifying the Built Environment Table 35- Tools, (2012).
- [64] OmniClass, A strategy for Classifying the Built Environment Table 36 – Information, (2012).
- [65] S. Lee, K. Kim, J. Yu, BIM and ontology-based approach for building cost estimation, (2014). *Automation in Construction*. 41 96–105.
- [66] OmniClass, A strategy for Classifying the Built Environment Table 49 – Properties, (2012).
- [67] NBS, OmniClass™: a critique, (2013).
<http://www.thenbs.com/topics/practicemanagement/articles/omniclasscritique.asp>.

ANEXOS

<u>Código</u>	<u>Descrição Simplificada</u>	<u>Quantidades</u>	<u>Unidades</u>	<u>Preço Unitário</u>	<u>Preço Total</u>
1	Obra de Entrada				26.217,09 €
1.1	Construção Civil				
1.1.2	Movimentos de terras				1,62 €
1.1.2.1	Escavação	0,359379155	m³	4,50 €	1,62 €
1.1.3	Betão				25.769,47 €
1.1.3.2	Betão Estrutural				
1.1.3.2.4	C35/45				25.769,47 €
1.1.3.2.4.2	Paredes	36,54075	m³	350,00 €	12.789,26 €
1.1.3.2.4.3	Lajes	33,069375	m³	355,00 €	11.739,63 €
1.1.3.2.4.4	Escadas	1,7	m³	425,00 €	722,50 €
1.1.3.2.4.5	Pilares	1,062710875	m³	425,00 €	451,65 €
1.1.3.2.4.8	Enchimentos	0,221433025	m³	300,00 €	66,43 €
1.1.7	Serralharias				446,00 €
1.1.7.2	Fabricações de PRFV				
1.1.7.2.1	Escadas		1 un	300,00 €	300,00 €
1.1.7.2.2	Guardas		2 un	48,00 €	96,00 €
1.1.7.2.3	Tampas		1 un	50,00 €	50,00 €
2	Gradagem				88.803,21 €
2.1	Construção Civil				
2.1.2	Movimentos de terras				9,00 €
2.1.2.1	Escavação	0,223171099	m³	4,50 €	1,00 €
2.1.2.2	Aterro	1,598371493	m³	5,00 €	7,99 €
2.1.3	Betão				74.374,55 €
2.1.3.2	Betão Estrutural				
2.1.3.2.4	C35/45				
2.1.3.2.4.2	Paredes	79,62781457	m³	350,00 €	27.869,74 €
2.1.3.2.4.3	Lajes	125,8825265	m³	355,00 €	44.688,30 €
2.1.3.2.4.4	Escadas	4	un	425,00 €	1.700,00 €
2.1.3.2.4.8	Enchimentos	0,388379488	m³	300,00 €	116,51 €
2.1.6	Vãos				4.380,00 €
2.1.6.2	Vãos em alumínio				
2.1.6.2.1	Janelas		1 un	200,00 €	200,00 €
2.1.6.2.2	Portas		2 un	600,00 €	1.200,00 €
2.1.6.2.3	Grelhas Ventilação		2 un	190,00 €	380,00 €
2.1.6.4	Portao Fole Inox		2 un	1.300,00 €	2.600,00 €
2.1.7	Serralharias				10.039,67 €
2.1.7.1	Frabricações de Metal				
2.1.7.1.2	HEA 200	1000	kg	2,00 €	2.000,00 €
2.1.7.1.3	Parede de Chapa	310,18352	m³	20,00 €	6.203,67 €
2.1.7.2	Fabricações de PRFV				
2.1.7.2.1	Escadas		1 un	300,00 €	300,00 €
2.1.7.2.2	Guardas		7 un	48,00 €	336,00 €
2.1.7.2.3	Tampas		14 un	50,00 €	700,00 €
2.1.7.2.4	Grelhas		5 un	100,00 €	500,00 €
3	Desarenador Desengordurador				236.974,72 €
3.1	Construção Civil				
3.1.2	Movimentos de terras				19,16 €
3.1.2.1	Escavação	2,876493854	m³	4,50 €	12,94 €
3.1.2.2	Aterro	1,243601566	m³	5,00 €	6,22 €
3.1.3	Betão				223.156,77 €
3.1.3.2	Betão Estrutural				
3.1.3.2.4	C35/45				
3.1.3.2.4.2	Paredes	262,8913056	m³	350,00 €	92.011,96 €
3.1.3.2.4.3	Lajes	157,2656248	m³	355,00 €	55.829,30 €
3.1.3.2.4.4	Escadas	1	un	425,00 €	425,00 €
3.1.3.2.4.8	Enchimentos	249,6350554	m³	300,00 €	74.890,52 €
3.1.4	Alvenarias				471,00 €
3.1.4.1	Blocos de tijolo				
3.1.4.1.1	Tijolo 7 cm	47,1	m²	10,00 €	471,00 €
3.1.6	Vãos				2.500,00 €
3.1.6.2	Vãos em alumínio				
3.1.6.2.2	Portas		2 un	600,00 €	1.200,00 €
3.1.6.4	Portao Fole Inox		1 un	1.300,00 €	1.300,00 €
3.1.7	Serralharias				10.827,79 €
3.1.7.1	Frabricações de Metal				
3.1.7.1.2	HEA 200	1200	kg	2,00 €	2.400,00 €
3.1.7.1.3	Parede de Chapa	356,7895553	m²	20,00 €	7.135,79 €
3.1.7.2	Fabricações de PRFV				
3.1.7.2.1	Escadas		1 un	300,00 €	300,00 €

Figura 50. Lista de quantidades e preços da construção civil baseada na efaClass'

<u>Código</u>	<u>Descrição Simplificada</u>	<u>Quantidades</u>	<u>Unidades</u>	<u>Preço Unitário</u>	<u>Preço Total</u>
3.1.7.2.2	Guardas	4 un		48,00 €	192,00 €
3.1.7.2.3	Tampas	2 un		50,00 €	100,00 €
3.1.7.2.4	Grelhas	7 un		100,00 €	700,00 €
4	Tanque de Equalização				672.182,45 €
4.1	Construção Civil	11			
4.1.2	Movimentos de terras				40.356,00 €
4.1.2.1	Escavação	8968 m³		4,50 €	40.356,00 €
4.1.3	Betão				617.793,12 €
4.1.3.2	Betão Estrutural				
4.1.3.2.4	C35/45				
4.1.3.2.4.2	Paredes	660,8840931 m³		350,00 €	231.309,43 €
4.1.3.2.4.3	Lajes	1083,954042 m³		355,00 €	384.803,68 €
4.1.3.2.4.4	Escadas	4,8 m³		350,00 €	1.680,00 €
4.1.4	Alvenarias				1.433,34 €
4.1.4.1	Blocos de tijolo				
4.1.4.1.1	Tijolo 20cm	31,66680992 m²		20,00 €	633,34 €
4.1.6	Vãos				800,00 €
4.1.6.2	Vãos em alumínio				
4.1.6.2.1	Janelas	1 un		200,00 €	200,00 €
4.1.6.2.2	Portas	1 un		600,00 €	600,00 €
4.1.7	Serralharias				11.800,00 €
4.1.7.2	Fabricações de PRFV				
4.1.7.2.1	Ecadas	6 un		300,00 €	1.800,00 €
4.1.7.2.2	Guardas	19 un		200,00 €	3.800,00 €
4.1.7.2.3	Tampas	10 un		600,00 €	6.000,00 €
4.1.7.2.4	Grelhas	1 un		200,00 €	200,00 €
5	SBR's				1.572.563,62 €
5.1	Construção Civil	7			
5.1.2	Movimentos de terras				17.884,50 €
5.1.2.1	Escavação	391 m³		4,50 €	1.759,50 €
5.1.2.2	Aterro	3225 m³		5,00 €	16.125,00 €
5.1.3	Betão				1.539.379,12 €
5.1.3.2	Betão Estrutural				
5.1.3.2.4	C35/45				
5.1.3.2.4.2	Paredes	2118,285857 m³		350,00 €	741.400,05 €
5.1.3.2.4.3	Lajes	2245,335655 m³		355,00 €	797.094,16 €
5.1.3.2.4.8	Enchimentos	2,949696821 m³		300,00 €	884,91 €
5.1.7	Serralharias				15.300,00 €
5.1.7.2	Fabricações de PRFV				
5.1.7.2.2	Guardas	18 un		500,00 €	9.000,00 €
5.1.7.2.3	Tampas	21 un		300,00 €	6.300,00 €
6	Tratamento Terciário + Produção de ar				261.967,28 €
6.1	Construção Civil	12			
6.1.2	Movimentos de terras				27,96 €
6.1.2.1	Escavação	3,103388237 m³		4,50 €	13,97 €
6.1.2.2	Aterro	2,799087689 m³		5,00 €	14,00 €
6.1.3	Betão				239.767,66 €
6.1.3.2	Betão Estrutural				
6.1.3.2.4	C35/45				
6.1.3.2.4.2	Paredes	279,2561611 m³		350,00 €	97.739,66 €
6.1.3.2.4.3	Lajes	398,1972628 m³		355,00 €	141.360,03 €
6.1.3.2.4.8	Enchimentos	2,226580185 m³		300,00 €	667,97 €
6.1.4	Alvenarias				6.245,66 €
6.1.4.1	Blocos de tijolo				
6.1.4.1.1	Tijolo 7 cm	624,565929 m²		10,00 €	6.245,66 €
6.1.6	Vãos				8.000,00 €
6.1.6.2	Vãos em alumínio				
6.1.6.2.1	Janelas	16 un		200,00 €	3.200,00 €
6.1.6.2.2	Portas	8 un		600,00 €	4.800,00 €
6.1.7	Serralharias				7.926,00 €
6.1.7.2	Fabricações de PRFV				
6.1.7.2.1	Ecadas	14 un		300,00 €	4.200,00 €
6.1.7.2.2	Guardas	37 un		48,00 €	1.776,00 €
6.1.7.2.3	Tampas	11 un		50,00 €	550,00 €
6.1.7.2.4	Grelhas	14 un		100,00 €	1.400,00 €
7	Espessador Gravitico				78.743,80 €
7.1	Construção Civil				
7.1.2	Movimentos de terras				
7.1.2.2	Aterro	546 m³		5,00 €	2.730,00 €

Figura 50 Lista de quantidades e preços da construção civil baseada na efaClass'
(Continuação)

<u>Código</u>	<u>Descrição Simplificada</u>	<u>Quantidades</u>	<u>Unidades</u>	<u>Preço Unitário</u>	<u>Preço Total</u>
7.1.3	Betão				75.673,80 €
7.1.3.2	Betão Estrutural				
7.1.3.2.4	C35/45				
7.1.3.2.4.2	Paredes	214,7682021	m³	350,00 €	75.168,87 €
7.1.3.2.4.3	Lajes	1,422349591	m³	355,00 €	504,93 €
7.1.7	Serralharias				340,00 €
7.1.7.2	Fabricações de PRFV				
7.1.7.2.2	Guardas	5	un	48,00 €	240,00 €
7.1.7.2.3	Tampas	2	un	50,00 €	100,00 €
8	Edifício de Tratamento de Lamas				64.742,07 €
8.1	Construção Civil		9		
8.1.2	Movimentos de terras				4.512,98 €
8.1.2.1	Escavação	1000	m³	4,50 €	4.500,00 €
8.1.2.2	Aterro	2,5964	m³	5,00 €	12,98 €
8.1.3	Betão				50.482,99 €
8.1.3.2	Betão Estrutural				
8.1.3.2.4	C35/45				
8.1.3.2.4.2	Paredes	22,0819	m³	350,00 €	7.728,67 €
8.1.3.2.4.3	Lajes	120,3929503	m³	355,00 €	42.739,50 €
8.1.3.2.4.8	Enchimentos	0,04943967	m³	300,00 €	14,83 €
8.1.4	Alvenarias				7.396,10 €
8.1.4.1	Blocos de tijolo				
8.1.4.1.1	Tijolo 7 cm	369,8048138	m²	20,00 €	7.396,10 €
8.1.6	Vãos				1.200,00 €
8.1.6.2	Vãos em alumínio				
8.1.6.2.2	Portas	2	un	600,00 €	1.200,00 €
8.1.7	Serralharias				1.150,00 €
8.1.7.2	Fabricações de PRFV				
8.1.7.2.3	Tampas	9	un	50,00 €	450,00 €
8.1.7.2.4	Grelhas	7	un	100,00 €	700,00 €
9	EE de Escorrências				4.102,63 €
9.1	Construção Civil				
9.1.3	Betão				3.602,63 €
9.1.3.2	Betão Estrutural				
9.1.3.2.4	C35/45				
9.1.3.2.4.2	Paredes	6,71325	m³	350,00 €	2.349,64 €
9.1.3.2.4.3	Lajes	3,114625	m³	355,00 €	1.105,69 €
9.1.3.2.4.8	Enchimentos	0,490985851	m³	300,00 €	147,30 €
9.1.7	Serralharias				500,00 €
9.1.7.2	Fabricações de PRFV				
9.1.7.2.1	Ecadas	1	un	300,00 €	300,00 €
9.1.7.2.3	Tampas	2	un	50,00 €	100,00 €
9.1.7.2.4	Grelhas	1	un	100,00 €	100,00 €
10	Desodorização				57.880,04 €
10.1	Construção Civil				
10.1.3	Betão				56.680,04 €
10.1.3.2	Betão Estrutural				
10.1.3.2.4	C35/45				
10.1.3.2.4.2	Paredes	70,21178236	m³	350,00 €	24.574,12 €
10.1.3.2.4.3	Lajes	90,43920705	m³	355,00 €	32.105,92 €
10.1.6	Vãos				1.200,00 €
10.1.6.2	Vãos em alumínio				
10.1.6.2.2	Portas	2	un	600,00 €	1.200,00 €
11	Báscula				20.058,40 €
11.1	Construção Civil				
11.1.3	Betão				20.008,40 €
11.1.3.2	Betão Estrutural				
11.1.3.2.4	C35/45				
11.1.3.2.4.2	Paredes	8,4215	m³	350,00 €	2.947,52 €
11.1.3.2.4.3	Lajes	48,05879915	m³	355,00 €	17.060,87 €
11.1.7	Serralharias				50,00 €
11.1.7.2	Fabricações de PRFV				
11.1.7.2.3	Tampas	1	un	50,00 €	50,00 €

Figura 50. Lista de quantidades e preços da construção civil baseada na efaClass'
(Continuação)

Código	Designação	Quantidades	Unidades	Preço Unitário	Preço Total
1.	SISTEMAS				2.446.304,88 €
1.2.	Água Bruta				81.170,71 €
1.2.1.	Circuito de Entrada				80.552,76 €
1.2.1.2.	Piping				71.422,76 €
1.2.1.2.1.	Aço Inox				42.347,63 €
1.2.1.2.1.1.	Tubos				29.060,63 €
1.2.1.2.1.1.22	DN 600 mm	0,6405 m		702,00 €	449,63 €
1.2.1.2.1.1.27	DN 1200 mm	10,2 m		2.805,00 €	28.611,00 €
1.2.1.2.1.2.	Flanges				9.482,00 €
1.2.1.2.1.2.3.	Flange Plana				- €
1.2.1.2.1.2.3.22	DN 600 mm	1 un		700,00 €	700,00 €
1.2.1.2.1.2.3.27	DN 1200 mm	2 un		3.635,00 €	7.270,00 €
1.2.1.2.1.2.4.	Flange Cega				- €
1.2.1.2.1.2.4.22	DN 600 mm	1 un		1.512,00 €	1.512,00 €
1.2.1.2.1.4.	Curvas				2.688,00 €
1.2.1.2.1.4.2.	90°				- €
1.2.1.2.1.4.2.22	DN 500-500 mm	3 un		896,00 €	2.688,00 €
1.2.1.2.1.5.	Tês				310,00 €
1.2.1.2.1.5.2.	Tê de Picagem				- €
1.2.1.2.1.5.2.47	DN 500-500-500 mm	1 un		310,00 €	310,00 €
1.2.1.2.1.6.	Anel Passa Muros				807,00 €
1.2.1.2.1.6.23	DN 600-600 mm	1 un		190,00 €	190,00 €
1.2.1.2.1.6.28	DN 1200-1200 mm	1 un		617,00 €	617,00 €
1.2.1.2.2.	PEAD				21.044,25 €
1.2.1.2.2.1.	Tubos				21.044,25 €
1.2.1.2.2.1.19	DN 400 mm	4,32 m		97,00 €	419,04 €
1.2.1.2.2.1.21	DN 500 mm	127,1161331 m		162,00 €	20.592,81 €
1.2.1.2.2.1.26	DN 1000 mm	2,16 m		- €	- €
1.2.1.2.2.1.27	DN 1200 mm	38,1 m		- €	- €
1.2.1.2.2.1.31	DN 160 mm	2,16 m		15,00 €	32,40 €
1.2.1.2.4.	FF				4.015,44 €
1.2.1.2.4.1.	Tubos				4.015,44 €
1.2.1.2.4.1.26	DN 1000 mm	2,16 m		1.800,00 €	3.888,00 €
1.2.1.2.4.1.31	DN 160 mm	2,16 m		59,00 €	127,44 €
1.2.1.3.	Acessórios				9.130,00 €
1.2.1.3.15.	Valvula Comporta Mural				3.800,00 €
1.2.1.3.15.12	DN 1200x1200 mm	1 un		3.800,00 €	3.800,00 €
1.2.1.3.16.	Junta de desmontagem				5.000,00 €
1.2.1.3.16.23	DN 1200 mm	1 un		5.000,00 €	5.000,00 €
1.2.1.3.18.	Valvula Macho Esferico				30,00 €
1.2.1.3.18.1.	DN 40 mm	1 un		30,00 €	30,00 €
1.2.1.3.18.	Peanhas				200,00 €
1.2.1.3.19.	Volantes				100,00 €
1.2.2.	Ventilação				617,94 €
1.2.2.2.	Piping				617,94 €
1.2.2.2.1.	Aço Inox				617,94 €
1.2.2.2.1.1.	Tubos				116,94 €
1.2.2.2.1.1.14	DN 200 mm	1,37579598 m		85,00 €	116,94 €
1.2.2.2.1.2.	Flanges				265,00 €
1.2.2.2.1.2.3.	Flange Plana				- €
1.2.2.2.1.2.3.14	DN 200 mm	1 un		97,00 €	97,00 €
1.2.2.2.1.2.4.	Flange Cega				- €
1.2.2.2.1.2.4.14	DN 200 mm	1 un		168,00 €	168,00 €
1.2.2.2.1.4.	Curvas				120,00 €
1.2.2.2.1.4.2.	90°				- €
1.2.2.2.1.4.2.14	DN 200-200 mm	2 un		60,00 €	120,00 €
1.2.2.2.1.6.	Anel Passa Muros				116,00 €
1.2.2.2.1.6.14	DN 200-200 mm	2 un		58,00 €	116,00 €
1.3.	Pré Tratamento				27.729,29 €
1.3.1.	Gradagem				264,77 €
1.3.1.8.	Saída				264,77 €
1.3.1.8.2.	Piping				264,77 €
1.3.1.8.2.2.	PEAD				264,77 €
1.3.1.8.2.2.1.	Tubos				264,77 €
1.3.1.8.2.2.1.11	DN 125 mm	6,141824129 m		10,00 €	61,42 €
1.3.1.8.2.2.1.13	DN 180 mm	10,70255902 m		19,00 €	203,35 €
1.3.2.	Desarenamento Desengorduramento				27.464,52 €
1.3.2.1.	Circuito de Entrada				27.463,24 €
1.3.2.1.1.	Equipamentos				11.063,24 €
1.3.2.1.1.2.	Agitadores				11.063,24 €
1.3.2.1.3.	Acessórios				16.400,00 €
1.3.2.1.3.15.	Valvula Comporta Mural				- €
1.3.2.1.3.15.12	DN 1200x1200 mm	1 un		11.063,24 €	11.063,24 €
1.3.2.1.3.17.	Atuadores				400,00 €
1.3.2.1.3.18.	Peanhas				800,00 €
1.3.2.4.	Drenagem				1,28 €
1.3.2.4.2.	Piping				1,28 €
1.3.2.4.2.2.	PEAD				1,28 €
1.3.2.4.2.2.1.	Tubos				1,28 €
1.3.2.4.2.2.1.30	DN 140 mm	1,278623034 m		1,00 €	1,28 €
1.5.	Tratamento Biológico				888.006,38 €
1.5.1.	Reator Biológico				888.006,38 €
1.5.1.1.	Circuito				743.015,72 €
1.5.1.1.1.	Equipamentos				436.918,92 €
1.5.1.1.1.2.	Agitadores				132.758,88 €
1.5.1.1.1.5.	Bombas				- €
1.5.1.1.1.5.6.	Grupo eletrobomba poço seco				24.000,00 €
1.5.1.1.1.22.	Conjunto Difusor				280.160,04 €
1.5.1.1.1.24.	Vara de agitador				- €
1.5.1.1.2.	Piping				210.804,52 €
1.5.1.1.2.1.	Aço Inox				179.111,89 €
1.5.1.1.2.1.1.	Tubos				138.594,89 €
1.5.1.1.2.1.1.14.	DN 200 mm	0,4071 m		85,00 €	34,60 €
1.5.1.1.2.1.1.16.	DN 250 mm	0,214110879 m		143,00 €	30,62 €
1.5.1.1.2.1.1.19.	DN 400 mm	12,02922949 m		230,00 €	2.766,72 €
1.5.1.1.2.1.1.21.	DN 500 mm	280,0434688 m		468,00 €	131.060,34 €
1.5.1.1.2.1.1.22.	DN 600 mm	6,698859519 m		702,00 €	4.702,60 €
1.5.1.1.2.1.2.	Flanges				18.082,00 €
1.5.1.1.2.1.2.3.	Flange Plana				- €
1.5.1.1.2.1.2.3.14	DN 200 mm	3 un		97,00 €	291,00 €
1.5.1.1.2.1.2.3.16.	DN 250 mm	3 un		114,00 €	342,00 €

Figura 51. Lista de quantidades e preços de sistemas baseada na efaClass'

Código	Designação	Quantidades	Unidades	Preço Unitário	Preço Total
15.1.1.2.1.2.3.19	DN 400 mm	8	un	314,00 €	2.512,00 €
15.1.1.2.1.2.3.21	DN 500 mm	25	un	465,00 €	11.625,00 €
15.1.1.2.1.2.3.22	DN 600 mm	1	un	700,00 €	700,00 €
15.1.1.2.1.2.4	Flange Cega	-	-	-	- €
15.1.1.2.1.2.4.21	DN 500 mm	1	un	1.100,00 €	1.100,00 €
15.1.1.2.1.2.4.22	DN 600 mm	1	un	1.512,00 €	1.512,00 €
15.1.1.2.1.3	Cones	-	-	-	900,00 €
15.1.1.2.1.3.2	Cone Concêntrico	-	-	-	- €
15.1.1.2.1.3.2.25	DN 500-250 mm	3	un	300,00 €	900,00 €
15.1.1.2.1.4	Curvas	-	-	-	19.072,00 €
15.1.1.2.1.4.2	90º	-	-	-	- €
15.1.1.2.1.4.2.20	DN 400-400 mm	3	un	510,00 €	1.530,00 €
15.1.1.2.1.4.2.22	DN 500-500 mm	18	un	896,00 €	16.128,00 €
15.1.1.2.1.4.2.23	DN 600-600 mm	1	un	1.414,00 €	1.414,00 €
15.1.1.2.1.5	Tês	-	-	-	2.463,00 €
15.1.1.2.1.5.2	Tê de Picagem	-	-	-	- €
15.1.1.2.1.5.2.52	DN 600-600-500 mm	3	un	511,00 €	1.533,00 €
15.1.1.2.1.5.2.53	DN 500-500-400 mm	3	un	310,00 €	930,00 €
15.1.1.2.1.6	Anel Passa Muros	-	-	-	504,00 €
15.1.1.2.1.6.22	DN 500-500 mm	2	un	157,00 €	314,00 €
15.1.1.2.1.6.23	DN 600-600 mm	1	un	190,00 €	190,00 €
15.1.1.2.2	PEAD	-	-	-	31.692,63 €
15.1.1.2.2.1	Tubos	-	-	-	26.912,63 €
15.1.1.2.2.1.34	DN 560 mm	131,2811157	m	205,00 €	26.912,63 €
15.1.1.2.2.3	Cones	-	-	-	300,00 €
15.1.1.2.2.3.2	Cone Concêntrico	-	-	-	- €
15.1.1.2.2.3.1.33	DN 560-500 mm	6	un	50,00 €	300,00 €
15.1.1.2.2.4	Curvas	-	-	-	2.240,00 €
15.1.1.2.2.4.2	90º	-	-	-	- €
15.1.1.2.2.4.2.32	DN 560-560 mm	14	un	160,00 €	2.240,00 €
15.1.1.2.2.5	Tês	-	-	-	2.240,00 €
15.1.1.2.2.5.1	Tê de Encaixe	-	-	-	- €
15.1.1.2.2.5.1.51	DN 560-560-560 mm	4	un	560,00 €	2.240,00 €
15.1.1.3	Acessórios	-	-	-	92.021,00 €
15.1.1.3.1	Válvula de Cunha Elástica	-	-	-	- €
15.1.1.3.1.14	DN 400 mm	3	un	3.945,00 €	11.835,00 €
15.1.1.3.1.16	DN 500 mm	3	un	6.859,00 €	20.577,00 €
15.1.1.3.3	Válvula de Bola de Retenção	-	-	-	- €
15.1.1.3.3.14	DN 400 mm	3	un	5.172,00 €	15.516,00 €
15.1.1.3.9	Válvulas de Borboleta concêntrica	-	-	-	- €
15.1.1.3.9.16	DN 500 mm	6	un	4.239,00 €	25.434,00 €
15.1.1.3.15	Válvula Comporta Mural	-	-	-	- €
15.1.1.3.15.6	DN 500x500 mm	2	un	1.100,00 €	2.200,00 €
15.1.1.3.15.12	DN 1200x1200 mm	2	un	3.800,00 €	7.600,00 €
15.1.1.3.16	Junta de desmontagem	-	-	-	- €
15.1.1.3.16.14	DN 400 mm	4	un	954,00 €	3.816,00 €
15.1.1.3.16.16	DN 500 mm	3	un	1.281,00 €	3.843,00 €
15.1.1.3.17	Atuadores	4	un	100,00 €	400,00 €
15.1.1.3.18	Peanhas	4	un	200,00 €	800,00 €
15.1.1.4	Instrumentação	-	-	-	3.271,28 €
15.1.1.4.4	Flow Measuring Instrument And Controls	-	-	-	- €
15.1.1.4.4.2	Flow Controllers	-	-	-	- €
15.1.1.4.4.2.2	Electric Flow Controllers	1	un	3.271,28 €	3.271,28 €
15.1.8	Arejamento	-	-	-	142.632,86 €
15.1.8.1	Equipamentos	-	-	-	14.597,12 €
15.1.8.1.12	Arejador Submersível	6	un	2.099,52 €	12.597,12 €
15.1.8.1.13	Ventilador extractor	2	un	1.000,00 €	2.000,00 €
15.1.8.2	Piping	-	-	-	110.959,74 €
15.1.8.2.1	Aço Inox	-	-	-	110.959,74 €
15.1.8.2.1.1	Tubos	-	-	-	100.949,74 €
15.1.8.2.1.1.10	DN 100 mm	3,56	m	43,00 €	153,08 €
15.1.8.2.1.1.14	DN 200 mm	343,4571326	m	85,00 €	29.193,86 €
15.1.8.2.1.1.17	DN 300 mm	423,6852061	m	169,00 €	71.602,80 €
15.1.8.2.1.2	Flanges	-	-	-	3.576,00 €
15.1.8.2.1.2.3	Flange Plana	-	-	-	- €
15.1.8.2.1.2.3.17	DN 300 mm	24	un	149,00 €	3.576,00 €
15.1.8.2.1.3	Cones	-	-	-	4.400,00 €
15.1.8.2.1.3.2	Cone Concêntrico	-	-	-	- €
15.1.8.2.1.3.2.19	DN 100-200 mm	12	un	100,00 €	1.200,00 €
15.1.8.2.1.3.2.22	DN 200-300 mm	16	un	200,00 €	3.200,00 €
15.1.8.2.1.4	Curvas	-	-	-	690,00 €
15.1.8.2.1.4.2	90º	-	-	-	- €
15.1.8.2.1.4.2.14	DN 200-200 mm	24	un	10,00 €	240,00 €
15.1.8.2.1.4.2.18	DN 300-300 mm	30	un	15,00 €	450,00 €
15.1.8.2.1.5	Tês	-	-	-	1.344,00 €
15.1.8.2.1.5.2	Tê de Picagem	-	-	-	- €
15.1.8.2.1.5.2.45	DN 300-300-300 mm	14	un	96,00 €	1.344,00 €
15.1.8.3	Acessórios	-	-	-	17.076,00 €
15.1.8.3.9	Válvulas de Borboleta concêntrica	-	-	-	- €
15.1.8.3.9.10	DN 200 mm	12	un	461,00 €	5.532,00 €
15.1.8.3.9.12	DN 300 mm	12	un	962,00 €	11.544,00 €
15.1.10	Descargas	-	-	-	93,01 €
15.1.10.2	Piping	-	-	-	93,01 €
15.1.10.2.1	Aço Inox	-	-	-	93,01 €
15.1.10.2.1.1	Tubos	-	-	-	10,01 €
15.1.10.2.1.1.6	DN 50 mm	0,454844953	m	22,00 €	10,01 €
15.1.10.2.1.2	Flanges	-	-	-	78,00 €
15.1.10.2.1.2.3	Flange Plana	-	-	-	- €
15.1.10.2.1.2.3.6	DN 50 mm	3	un	26,00 €	78,00 €
15.1.10.2.1.4	Curvas	-	-	-	5,00 €
15.1.10.2.1.4.2	90º	-	-	-	- €
15.1.10.2.1.4.2.6	DN 50-50 mm	1	un	5,00 €	5,00 €
15.1.11	Ventilação	-	-	-	2.264,80 €
15.1.11.2	Piping	-	-	-	2.264,80 €
15.1.11.2.1	Aço Inox	-	-	-	2.264,80 €
15.1.11.2.1.1	Tubos	-	-	-	432,80 €
15.1.11.2.1.1.12	DN 150 mm	1,6595	m	59,00 €	97,91 €
15.1.11.2.1.1.16	DN 250 mm	2,34187641	m	143,00 €	334,89 €
15.1.11.2.1.2	Flanges	-	-	-	1.045,00 €
15.1.11.2.1.2.3	Flange Plana	-	-	-	- €
15.1.11.2.1.2.3.12	DN 150 mm	1	un	69,00 €	69,00 €
15.1.11.2.1.2.3.16	DN 250 mm	2	un	114,00 €	228,00 €
15.1.11.2.1.2.4	Flange Cega	-	-	-	- €
15.1.11.2.1.2.4.12	DN 150 mm	1	un	100,00 €	100,00 €
15.1.11.2.1.2.4.16	DN 250 mm	2	un	324,00 €	648,00 €

Figura 51. Lista de quantidades e preços de sistemas baseada na efaClass' (continuação)

Código	Designação	Quantidades	Unidades	Preço Unitário	Preço Total
1.5.1.11.2.1.4	Curvas				380,00 €
1.5.1.11.2.1.4.2	90º				- €
1.5.1.11.2.1.4.2.12	DN 150-150 mm	4 un		45,00 €	180,00 €
1.5.1.11.2.1.4.2.16	DN 250-250 mm	4 un		50,00 €	200,00 €
1.5.1.11.2.1.6	Anel Passa Muros				407,00 €
1.5.1.11.2.1.6.12	DN 150-150 mm	3 un		41,00 €	123,00 €
1.5.1.11.2.1.6.16	DN 250-250 mm	4 un		71,00 €	284,00 €
1.6.	Tratamento Terciário				247.621,02 €
1.6.1.	Filtração				247.621,02 €
1.6.1.1.	Circuito Entrada				209.494,78 €
1.6.1.1.1	Equipamentos				100.963,19 €
1.6.1.1.1.5	Bombas				- €
1.6.1.1.1.5.6	Grupo eletrobomba poço seco	3 un		8.000,00 €	24.000,00 €
1.6.1.1.1.5.7	Bomba submersível	2 un		2.500,00 €	5.000,00 €
1.6.1.1.1.6	Compressores				- €
1.6.1.1.1.6.3	Compressor de ar	1 un		5.700,00 €	5.700,00 €
1.6.1.1.1.9	Central hidropressora	1 un		6.875,00 €	6.875,00 €
1.6.1.1.1.20	Sistema de desinfecção UV em linha	1 un		19.388,19 €	19.388,19 €
1.6.1.1.1.21	Sobrepresor de embolos rotativos	2 un		20.000,00 €	40.000,00 €
1.6.1.1.2	Piping				65.644,11 €
1.6.1.1.2.1	Aço Inox				25.722,17 €
1.6.1.1.2.1.1	Tubos				6.720,17 €
1.6.1.1.2.1.1.8	DN 80 mm	6.817960187 m		33,00 €	224,99 €
1.6.1.1.2.1.1.9	DN 90 mm	0,285485356 m		40,00 €	11,42 €
1.6.1.1.2.1.1.12	DN 150 mm	0,28288212 m		59,00 €	16,69 €
1.6.1.1.2.1.1.14	DN 200 mm	13,00138749 m		85,00 €	1.105,12 €
1.6.1.1.2.1.1.16	DN 250 mm	5,719941055 m		143,00 €	817,95 €
1.6.1.1.2.1.1.17	DN 300 mm	20,92264028 m		169,00 €	3.535,93 €
1.6.1.1.2.1.1.22	DN 600 mm	1,436 m		702,00 €	1.008,07 €
1.6.1.1.2.1.2	Flanges				12.605,00 €
1.6.1.1.2.1.2.2	Flange Pressada				- €
1.6.1.1.2.1.2.2.12	DN 150 mm	6 un		38,00 €	228,00 €
1.6.1.1.2.1.2.2.14	DN 200 mm	6 un		60,00 €	360,00 €
1.6.1.1.2.1.2.2.16	DN 250 mm	5 un		82,00 €	410,00 €
1.6.1.1.2.1.2.3	Flange Plana				- €
1.6.1.1.2.1.2.3.8	DN 80 mm	7 un		38,00 €	266,00 €
1.6.1.1.2.1.2.3.12	DN 150 mm	1 un		69,00 €	69,00 €
1.6.1.1.2.1.2.3.17	DN 300 mm	16 un		149,00 €	2.384,00 €
1.6.1.1.2.1.2.3.22	DN 600 mm	4 un		700,00 €	2.800,00 €
1.6.1.1.2.1.2.4	Flange Cega				- €
1.6.1.1.2.1.2.4.22	DN 600 mm	4 un		1.512,00 €	6.048,00 €
1.6.1.1.2.1.2.5	Flange de Transição				- €
1.6.1.1.2.1.2.5.4	DN 80-90 mm	1 un		40,00 €	40,00 €
1.6.1.1.2.1.3	Cones				1.376,00 €
1.6.1.1.2.1.3.1	Cone excêntrico				- €
1.6.1.1.2.1.3.1.32	DN 150-250 mm	3 un		120,00 €	360,00 €
1.6.1.1.2.1.3.2	Cone Concêntrico				- €
1.6.1.1.2.1.3.2.15	DN 80-150 mm	2 un		28,00 €	56,00 €
1.6.1.1.2.1.3.2.22	DN 200-300 mm	1 un		200,00 €	200,00 €
1.6.1.1.2.1.3.2.23	DN 300-250 mm	2 un		200,00 €	400,00 €
1.6.1.1.2.1.3.1.32	DN 150-250 mm	3 un		120,00 €	360,00 €
1.6.1.1.2.1.4	Curvas				2.268,00 €
1.6.1.1.2.1.4.2	90º				- €
1.6.1.1.2.1.4.2.8	DN 80-80 mm	6 un		11,00 €	66,00 €
1.6.1.1.2.1.4.2.14	DN 200-200 mm	9 un		60,00 €	540,00 €
1.6.1.1.2.1.4.2.16	DN 250-250 mm	5 un		214,00 €	1.070,00 €
1.6.1.1.2.1.4.2.18	DN 300-300 mm	2 un		296,00 €	592,00 €
1.6.1.1.2.1.5	Tês				883,00 €
1.6.1.1.2.1.5.2	Tê de Picagem				- €
1.6.1.1.2.1.5.2.6	DN 80-80-80 mm	1 un		19,00 €	19,00 €
1.6.1.1.2.1.5.2.45	DN 300-300-300 mm	7 un		96,00 €	672,00 €
1.6.1.1.2.1.5.2.54	DN 300-300-200 mm	2 un		96,00 €	192,00 €
1.6.1.1.2.1.6	Anel Passa Muros				1.870,00 €
1.6.1.1.2.1.6.8	DN 80-80 mm	3 un		23,00 €	69,00 €
1.6.1.1.2.1.6.14	DN 200-200 mm	5 un		58,00 €	290,00 €
1.6.1.1.2.1.6.16	DN 250-250 mm	1 un		71,00 €	71,00 €
1.6.1.1.2.1.6.18	DN 300-300 mm	8 un		85,00 €	680,00 €
1.6.1.1.2.1.6.23	DN 600-600 mm	4 un		190,00 €	760,00 €
1.6.1.1.2.2	PEAD				39.921,94 €
1.6.1.1.2.2.1	Tubos				39.471,94 €
1.6.1.1.2.2.1.9	DN 90 mm	105,6107219 m		5,00 €	528,05 €
1.6.1.1.2.2.1.28	DN 710 mm	109,7010757 m		355,00 €	38.943,88 €
1.6.1.1.2.2.4	Curvas				450,00 €
1.6.1.1.2.2.4.2	90º				- €
1.6.1.1.2.2.4.2.9	DN 90-90 mm	5 un		90,00 €	450,00 €
1.6.1.1.3	Acessórios				36.228,00 €
1.6.1.1.3.1	Válvula de Cunha Elástica				- €
1.6.1.1.3.1.5	DN 80 mm	2 un		161,00 €	322,00 €
1.6.1.1.3.3	Válvula de Bola de Retenção				- €
1.6.1.1.3.3.5	DN 80 mm	2 un		161,00 €	322,00 €
1.6.1.1.3.3.10	DN 200 mm	3 un		745,00 €	2.235,00 €
1.6.1.1.3.9	Válvulas de Borboleta concêntrica				- €
1.6.1.1.3.9.10	DN 200 mm	11 un		461,00 €	5.071,00 €
1.6.1.1.3.9.11	DN 250 mm	3 un		835,00 €	2.505,00 €
1.6.1.1.3.9.12	DN 300 mm	8 un		962,00 €	7.696,00 €
1.6.1.1.3.15	Valvula Comporta Mural				- €
1.6.1.1.3.15.5	DN 400x400 mm	4 un		900,00 €	3.600,00 €
1.6.1.1.3.15.7	DN 600x600 mm	2 un		1.300,00 €	2.600,00 €
1.6.1.1.3.15.9	DN 800x800 mm	1 un		1.900,00 €	1.900,00 €
1.6.1.1.3.16	Junta de desmontagem				- €
1.6.1.1.3.16.5	DN 80 mm	3 un		188,00 €	564,00 €
1.6.1.1.3.16.10	DN 200 mm	3 un		382,00 €	1.146,00 €
1.6.1.1.3.16.11	DN 250 mm	4 un		511,00 €	2.044,00 €
1.6.1.1.3.16.12	DN 300 mm	7 un		589,00 €	4.123,00 €
1.6.1.1.3.17	Atuadores				700,00 €
1.6.1.1.3.18	Peanhas				1.400,00 €
1.6.1.1.4	Instrumentação				6.659,48 €
1.6.1.1.4.4	Flow Measuring Instrument And Controls				- €
1.6.1.1.4.4.2	Flow Controllers				- €
1.6.1.1.4.4.2.2	Electric Flow Controllers	2 un		1.793,84 €	3.587,68 €
1.6.1.1.4.6	Medidores de Nivel				- €
1.6.1.1.4.6.1	Medidores de Nivel- Alarme	4 un		767,95 €	3.071,80 €
1.6.1.2.	Arejamento				9.429,44 €
1.6.1.2.2	Piping				6.202,44 €

Figura 51. Lista de quantidades e preços de sistemas baseada na efaClass' (Continuação)

Código	Designação	Quantidades	Unidades	Preço Unitário	Preço Total
1.6.1.2.2.1	Aço Inox				6.184,44 €
1.6.1.2.2.1.1	Tubos				3.073,44 €
1.6.1.2.2.1.1.14	DN 200 mm	36,15811415	m	85,00 €	3.073,44 €
1.6.1.2.2.1.2	Flanges				1.746,00 €
1.6.1.2.2.1.2.3	Flange Plana				- €
1.6.1.2.2.1.2.3.14	DN 200 mm	18	un	97,00 €	1.746,00 €
1.6.1.2.2.1.3	Cones				240,00 €
1.6.1.2.2.1.3.2	Cone Concêntrico				- €
1.6.1.2.2.1.3.1.28	DN 200-125 mm	2	un	120,00 €	240,00 €
1.6.1.2.2.1.4	Curvas				600,00 €
1.6.1.2.2.1.4.2	90º				- €
1.6.1.2.2.1.4.2.14	DN 200-200 mm	10	un	60,00 €	600,00 €
1.6.1.2.2.1.5	Tês				235,00 €
1.6.1.2.2.1.5.2	Tê de Picagem				- €
1.6.1.2.2.1.5.2.46	DN 200-200-200 mm	5	un	47,00 €	235,00 €
1.6.1.2.2.1.6	Anel Passa Muros				290,00 €
1.6.1.2.2.1.6.14	DN 200-200 mm	5	un	58,00 €	290,00 €
1.6.1.2.2.3	PVC				18,00 €
1.6.1.2.2.3.3	Cones				18,00 €
1.6.1.2.2.3.3.2	Cone Concêntrico				- €
1.6.1.2.2.3.3.1.28	DN 200-125 mm	1	un	18,00 €	18,00 €
1.6.1.2.3	Acessórios				3.227,00 €
1.6.1.2.3.9	Válvulas de Borboleta concêntrica				- €
1.6.1.2.3.9.10	DN 200 mm	7	un	461,00 €	3.227,00 €
1.6.1.3	Overflow				27.428,53 €
1.6.1.3.2	Piping				27.428,53 €
1.6.1.3.2.1	Aço Inox				27.428,53 €
1.6.1.3.2.1.1	Tubos				20.761,53 €
1.6.1.3.2.1.1.10	DN 100 mm	4,269331453	m	43,00 €	183,58 €
1.6.1.3.2.1.1.14	DN 200 mm	12,3	m	85,00 €	1.045,50 €
1.6.1.3.2.1.1.21	DN 500 mm	41,736	m	468,00 €	19.532,45 €
1.6.1.3.2.1.2	Flanges				42,00 €
1.6.1.3.2.1.2.3	Flange Plana				- €
1.6.1.3.2.1.2.3.10	DN 100 mm	1	un	42,00 €	42,00 €
1.6.1.3.2.1.4	Curvas				5.393,00 €
1.6.1.3.2.1.4.2	90º				- €
1.6.1.3.2.1.4.2.10	DN 100-100 mm	1	un	17,00 €	17,00 €
1.6.1.3.2.1.4.2.22	DN 500-500 mm	6	un	896,00 €	5.376,00 €
1.6.1.3.2.1.6	Anel Passa Muros				1.232,00 €
1.6.1.3.2.1.6.14	DN 200-200 mm	5	un	58,00 €	290,00 €
1.6.1.3.2.1.6.22	DN 500-500 mm	6	un	157,00 €	942,00 €
1.6.1.4	Descargas				1.268,27 €
1.6.1.4.2	Piping				488,27 €
1.6.1.4.2.1	Aço Inox				488,27 €
1.6.1.4.2.1.1	Tubos				156,27 €
1.6.1.4.2.1.1.10	DN 100 mm	3,63425	m	43,00 €	156,27 €
1.6.1.4.2.1.2	Flanges				152,00 €
1.6.1.4.2.1.2.2	Flange Pressada				- €
1.6.1.4.2.1.2.2.10	DN 100 mm	8	un	19,00 €	152,00 €
1.6.1.4.2.1.4	Curvas				68,00 €
1.6.1.4.2.1.4.2	90º				- €
1.6.1.4.2.1.4.2.10	DN 100-100 mm	4	un	17,00 €	68,00 €
1.6.1.4.2.1.6	Anel Passa Muros				112,00 €
1.6.1.4.2.1.6.10	DN 100-100 mm	4	un	28,00 €	112,00 €
1.6.1.4.3	Acessórios				780,00 €
1.6.1.4.3.1	Válvula de Cunha Elástica				- €
1.6.1.4.3.1.6	DN 100 mm	4	un	195,00 €	780,00 €
1.7	Água Tratada				519.620,20 €
1.7.1	Circuito Saída				495.980,81 €
1.7.1.1	Equipamentos				234.620,46 €
1.7.1.1.23	Toma flutuante	6	un	39.103,41 €	234.620,46 €
1.7.1.2	Piping				261.360,35 €
1.7.1.2.1	Aço Inox				- €
1.7.1.2.1.1	Tubos				227.075,35 €
1.7.1.2.1.1.22	DN 600 mm	323,4691558	m	702,00 €	227.075,35 €
1.7.1.2.1.2	Flanges				4.900,00 €
1.7.1.2.1.2.3	Flange Plana				- €
1.7.1.2.1.2.3.22	DN 600 mm	7	un	700,00 €	4.900,00 €
1.7.1.2.1.4	Curvas				22.624,00 €
1.7.1.2.1.4.2	90º				- €
1.7.1.2.1.4.2.23	DN 600-600 mm	16	un	1.414,00 €	22.624,00 €
1.7.1.2.1.5	Tês				5.621,00 €
1.7.1.2.1.5.2	Tê de Picagem				- €
1.7.1.2.1.5.2.50	DN 600-600-600 mm	11	un	511,00 €	5.621,00 €
1.7.1.2.1.6	Anel Passa Muros				1.140,00 €
1.7.1.2.1.6.23	DN 600-600 mm	6	un	190,00 €	1.140,00 €
1.7.1.2.2	PEAD				32.382,00 €
1.7.1.2.2.1	Tubos				- €
1.7.1.2.2.1.24	DN 800 mm	71,96	m	450,00 €	32.382,00 €
1.7.1.2.2.1.27	DN 1200 mm	5,4	m	-	- €
1.7.1.3	Acessórios				- €
1.7.1.3.9	Válvulas de Borboleta concêntrica				- €
1.7.1.3.9.17	DN 600 mm	6	un	7.562,00 €	45.372,00 €
1.7.1.3.16	Junta de desmontagem				- €
1.7.1.3.16.17	DN 600 mm	2	un	1.890,00 €	3.780,00 €
1.7.1.4	Instrumentação				- €
1.7.1.4.4	Flow Measuring Instrument And Controls				- €
1.7.1.4.4.2	Flow Controllers				- €
1.7.1.4.4.2.2	Electric Flow Controllers	2	un	3.948,33 €	7.896,66 €
1.7.2	Água Serviço				23.639,39 €
1.7.2.1	Equipamentos				19.613,50 €
1.7.2.1.5	Bombas				- €
1.7.2.1.5.7	Bomba submersível	2	un	2.500,00 €	5.000,00 €
1.7.2.1.7	Tanks and Storage Structures				- €
1.7.2.1.7.3	Storage Constructions				- €
1.7.2.1.7.3.8	Reservatório H2O	1	un	14.613,50 €	14.613,50 €
1.7.2.2	Piping				2.192,89 €
1.7.2.2.1	Aço Inox				2.192,89 €
1.7.2.2.1.1	Tubos				1.453,89 €
1.7.2.2.1.1.6	DN 50 mm	2,78703018	m	22,00 €	61,31 €
1.7.2.2.1.1.7	DN 65 mm	39,41855258	m	27,00 €	1.064,30 €
1.7.2.2.1.1.8	DN 80 mm	0,7555	m	33,00 €	24,93 €
1.7.2.2.1.1.10	DN 100 mm	7,054485578	m	43,00 €	303,34 €
1.7.2.2.1.2	Flanges				480,00 €
1.7.2.2.1.2.2	Flange Pressada				- €

Figura 51. Lista de quantidades e preços de sistemas baseada na efaClass' (Continuação)

Código	Designação	Quantidades	Unidades	Preço Unitário	Preço Total
1.7.2.2.1.2.2.8	DN 80 mm	3	un	16,00 €	48,00 €
1.7.2.2.1.2.2.10	DN 100 mm	12	un	19,00 €	228,00 €
1.7.2.2.1.2.3	Flange Plana				- €
1.7.2.2.1.2.3.7	DN 65 mm	4	un	30,00 €	120,00 €
1.7.2.2.1.2.3.10	DN 100 mm	2	un	42,00 €	84,00 €
1.7.2.2.1.3	Cones				27,00 €
1.7.2.2.1.3.2	Cone Concêntrico				- €
1.7.2.2.1.3.2.13	DN 80-100 mm	3	un	9,00 €	27,00 €
1.7.2.2.1.4	Curvas				143,00 €
1.7.2.2.1.4.2	90º				- €
1.7.2.2.1.4.2.6	DN 50-50 mm	2	un	5,00 €	10,00 €
1.7.2.2.1.4.2.7	DN 65-65 mm	6	un	8,00 €	48,00 €
1.7.2.2.1.4.2.10	DN 100-100 mm	5	un	17,00 €	85,00 €
1.7.2.2.1.5	Tês				89,00 €
1.7.2.2.1.5.2	Tê de Picagem				- €
1.7.2.2.1.5.2.5	DN 65-65-65 mm	1	un	17,00 €	17,00 €
1.7.2.2.1.5.2.8	DN 100-100-100 mm	2	un	24,00 €	48,00 €
1.7.2.2.1.5.2.42	DN 100-100-50 mm	1	un	24,00 €	24,00 €
1.7.2.3	Acessórios				1.833,00 €
1.7.2.3.1	Válvula de Cunha Elástica				- €
1.7.2.3.1.4	DN 65 mm	2	un	135,00 €	270,00 €
1.7.2.3.1.6	DN 100 mm	1	un	195,00 €	195,00 €
1.7.2.3.3	Válvula de Bola de Retenção				- €
1.7.2.3.3.4	DN 65 mm	2	un	130,00 €	260,00 €
1.7.2.3.9	Válvulas de Borboleta concêntrica				- €
1.7.2.3.9.6	DN 100 mm	3	un	250,00 €	750,00 €
1.7.2.3.16	Junta de desmontagem				- €
1.7.2.3.16.4	DN 65 mm	2	un	179,00 €	358,00 €
1.8.	Tratamento Fossas				43.259,55 €
1.8.1.	Pré-tratamento				43.259,55 €
1.8.1.1.	Círcuito				2.264,73 €
1.8.1.1.2	Piping				646,28 €
1.8.1.1.2.1	Aço Inox				646,28 €
1.8.1.1.2.1.1	Tubos				356,28 €
1.8.1.1.2.1.1.10	DN 100 mm	2.835	m	43,00 €	121.91 €
1.8.1.1.2.1.1.14	DN 200 mm	2.757322184	m	85,00 €	234.37 €
1.8.1.1.2.1.2	Flanges				136,00 €
1.8.1.1.2.1.2.2	Flange Pressada				- €
1.8.1.1.2.1.2.2.10	DN 100 mm	4	un	19,00 €	76,00 €
1.8.1.1.2.1.2.2.14	DN 200 mm	1	un	60,00 €	60,00 €
1.8.1.1.2.1.4	Curvas				154,00 €
1.8.1.1.2.1.4.2	90º				- €
1.8.1.1.2.1.4.2.10	DN 100-100 mm	2	un	17,00 €	34,00 €
1.8.1.1.2.1.4.2.14	DN 200-200 mm	2	un	60,00 €	120,00 €
1.8.1.1.3	Acessórios				200,00 €
1.8.1.1.3.17	Válvula Ligação Rápida	1	un		- €
1.8.1.1.3.17.6	DN 100 mm	1	un	200,00 €	200,00 €
1.8.1.1.4	Instrumentação				1.418,45 €
1.8.1.1.4.4	Flow Measuring Instrument And Controls				- €
1.8.1.1.4.4.2	Flow Controllers				- €
1.8.1.1.4.4.2.2	Electric Flow Controllers	1	un	1.418,45 €	1.418,45 €
1.8.1.2.	Drenagem				40.994,82 €
1.8.1.2.1	Equipamentos				40.932,82 €
1.8.1.2.1.15	Contentor	2	un		- €
1.8.1.2.1.18	Unidade compacta de recepção de fossas	1	un	40.932,82 €	40.932,82 €
1.8.1.2.2	Piping				62,00 €
1.8.1.2.2.2	PEAD				62,00 €
1.8.1.2.2.2.1	Tubos				62,00 €
1.8.1.2.2.2.1.11	DN 125 mm	6,2	m	10,00 €	62,00 €
1.9.	Tratamento Lamas				132.742,62 €
1.9.1.	Flotação				#REF!
1.9.2.	Espessamento				59.011,11 €
1.9.2.1	Equipamentos				49.414,00 €
1.9.2.1.5	Bombas				- €
1.9.2.1.5.7	Bomba submersível	6	un	2.500,00 €	15.000,00 €
1.9.2.1.15	Contentor	6	un		- €
1.9.2.1.25	Ponte raspadora	2	un	17.207,00 €	34.414,00 €
1.9.2.2	Piping				2.731,49 €
1.9.2.2.1	Aço Inox				1.113,48 €
1.9.2.2.1.1	Tubos				63,48 €
1.9.2.2.1.1.8	DN 80 mm	0,92363441	m	33,00 €	30,48 €
1.9.2.2.1.1.10	DN 100 mm	214,6725687	m	43,00 €	9.230,92 €
1.9.2.2.1.1.12	DN 150 mm	3,299918493	m	59,00 €	194,70 €
1.9.2.2.1.1.29	DN 110 mm	0,8	m		- €
1.9.2.2.1.2	Flanges				277,00 €
1.9.2.2.1.2.2	Flange Pressada				- €
1.9.2.2.1.2.2.8	DN 80 mm	4	un	16,00 €	64,00 €
1.9.2.2.1.2.2.10	DN 100 mm	9	un	19,00 €	171,00 €
1.9.2.2.1.2.3	Flange Plana				- €
1.9.2.2.1.2.3.10	DN 100 mm	1	un	42,00 €	42,00 €
1.9.2.2.1.2.5	Flange de Transição				- €
1.9.2.2.1.2.5.5	DN 100-110 mm	1	un		- €
1.9.2.2.1.3	Cones				204,00 €
1.9.2.2.1.3.2	Cone Concêntrico				- €
1.9.2.2.1.3.2.13	DN 80-100 mm	4	un	9,00 €	36,00 €
1.9.2.2.1.3.2.18	DN 100-150 mm	6	un	28,00 €	168,00 €
1.9.2.2.1.4	Curvas				425,00 €
1.9.2.2.1.4.2	90º				- €
1.9.2.2.1.4.2.10	DN 100-100 mm	25	un	17,00 €	425,00 €
1.9.2.2.1.5	Tês				144,00 €
1.9.2.2.1.5.2	Tê de Picagem				- €
1.9.2.2.1.5.2.8	DN 100-100-100 mm	6	un	24,00 €	144,00 €
1.9.2.2.2	PEAD				1.618,01 €
1.9.2.2.2.1	Tubos				1.347,01 €
1.9.2.2.2.1.29	DN 110 mm	192,4295794	m	7,00 €	1.347,01 €
1.9.2.2.2.2	Flanges				51,00 €
1.9.2.2.2.2.5	Flange de Transição				- €
1.9.2.2.2.2.5.5	DN 100-110 mm	1	un	51,00 €	51,00 €
1.9.2.2.2.5	Tês				220,00 €
1.9.2.2.2.5.2	Tê de Picagem				- €
1.9.2.2.2.5.2.49	DN 110-110-110 mm	2	un	110,00 €	220,00 €
1.9.2.3	Acessórios				4.506,00 €

Figura 51. Lista de quantidades e preços de sistemas baseada na efaClass' (Continuação)

Código	Designação	Quantidades	Unidades	Preço Unitário	Preço Total
1.9.2.3.1	Válvula de Cunha Elástica				- €
1.9.2.3.1.6	DN 100 mm	2	un	195,00 €	390,00 €
1.9.2.3.3	Válvula de Bola de Retenção				- €
1.9.2.3.3.6	DN 100 mm	6	un	231,00 €	1.386,00 €
1.9.2.3.9	Válvulas de Borboleta concêntrica				- €
1.9.2.3.9.6	DN 100 mm	6	un	250,00 €	1.500,00 €
1.9.2.3.16	Junta de desmontagem				- €
1.9.2.3.16.6	DN 100 mm	6	un	205,00 €	1.230,00 €
1.9.2.4	Instrumentação				2.359,62 €
1.9.2.4.4	Flow Measuring Instrument And Controls				- €
1.9.2.4.4.2	Flow Controllers				- €
1.9.2.4.4.2.2	Electric Flow Controllers	2	un	1.179,81 €	2.359,62 €
1.9.3.	Desidratação				73.731,51 €
1.9.3.1	Círculo Entrada				73.731,51 €
1.9.3.1.1	Equipamentos				62.271,00 €
1.9.3.1.1.5	Bombas				- €
1.9.3.1.1.5.5	Bomba parafuso excêntrico	3	un	3.000,00 €	9.000,00 €
1.9.3.1.1.5.6	Grupo eletrobomba poço seco	2	un	8.000,00 €	16.000,00 €
1.9.3.1.1.7	Tanks and Storage Structures				- €
1.9.3.1.1.7.3	Storage Constructions				- €
1.9.3.1.1.7.3.1	Silo de Lamas	2	un		37.271,00 €
1.9.3.1.1.9	Tremonha Centrífuga	2	un	113.959,98 €	227.919,96 €
1.9.3.1.2	Piping				5.845,51 €
1.9.3.1.2.1	Aço Inox				5.535,79 €
1.9.3.1.2.1.1	Tubos				3.343,79 €
1.9.3.1.2.1.1.5	DN 40 mm	0,823712119	m	18,00 €	14,83 €
1.9.3.1.2.1.1.8	DN 80 mm	1,494	m	33,00 €	49,30 €
1.9.3.1.2.1.1.10	DN 100 mm	17,68693332	m	43,00 €	760,54 €
1.9.3.1.2.1.1.14	DN 200 mm	29,63676346	m	85,00 €	2.519,12 €
1.9.3.1.2.1.2	Flanges				1.014,00 €
1.9.3.1.2.1.2.2	Flange Pressada				- €
1.9.3.1.2.1.2.2.8	DN 80 mm	10	un	16,00 €	160,00 €
1.9.3.1.2.1.2.2.10	DN 100 mm	26	un	19,00 €	494,00 €
1.9.3.1.2.1.2.2.14	DN 200 mm	6	un	60,00 €	360,00 €
1.9.3.1.2.1.2.5	Flange de Transição				- €
1.9.3.1.2.1.2.5.5	DN 100-110 mm	2	un		- €
1.9.3.1.2.1.3	Cones				272,00 €
1.9.3.1.2.1.3.2	Cone Concêntrico				- €
1.9.3.1.2.1.3.2.13	DN 80-100 mm	8	un	9,00 €	72,00 €
1.9.3.1.2.1.3.2.19	DN 100-200 mm	2	un	100,00 €	200,00 €
1.9.3.1.2.1.4	Curvas				552,00 €
1.9.3.1.2.1.4.2	90º				- €
1.9.3.1.2.1.4.2.5	DN 40-40 mm	2	un	3,00 €	6,00 €
1.9.3.1.2.1.4.2.10	DN 100-100 mm	18	un	17,00 €	306,00 €
1.9.3.1.2.1.4.2.14	DN 200-200 mm	4	un	60,00 €	240,00 €
1.9.3.1.2.1.5	Tês				238,00 €
1.9.3.1.2.1.5.2	Tê de Picagem				- €
1.9.3.1.2.1.5.2.8	DN 100-100-100 mm	6	un	24,00 €	144,00 €
1.9.3.1.2.1.5.2.46	DN 200-200-200 mm	2	un	47,00 €	94,00 €
1.9.3.1.2.1.6	Anel Passa Muros				116,00 €
1.9.3.1.2.1.6.14	DN 200-200 mm	2	un	58,00 €	116,00 €
1.9.3.1.2.2	PEAD				309,72 €
1.9.3.1.2.2.1	Tubos				7,72 €
1.9.3.1.2.2.1.29	DN 110 mm	1,102602011	m	7,00 €	7,72 €
1.9.3.1.2.2.2	Flanges				102,00 €
1.9.3.1.2.2.2.5	Flange de Transição				- €
1.9.3.1.2.2.2.5.5	DN 100-110 mm	2	un	51,00 €	102,00 €
1.9.3.1.2.2.4	Curvas				200,00 €
1.9.3.1.2.2.4.2	90º				- €
1.9.3.1.2.2.4.2.10	DN 100-100 mm	2	un	100,00 €	200,00 €
1.9.3.1.2.2.4.2.29	DN 63-63 mm	19,38302667	m		- €
1.9.3.1.3	Acessórios				5.615,00 €
1.9.3.1.3.1	Válvula de Cunha Elástica				- €
1.9.3.1.3.1.6	DN 100 mm	10	un	195,00 €	1.950,00 €
1.9.3.1.3.4	Válvulas de Guilhotina				- €
1.9.3.1.3.4.10	DN 200 mm	3	un	675,00 €	2.025,00 €
1.9.3.1.3.16	Junta de desmontagem				- €
1.9.3.1.3.16.6	DN 100 mm	8	un	205,00 €	1.640,00 €
1.9.4.	Digestão	#REF!			#REF!
1.10.	Tratamento Áreas	20	un		203.817,15 €
1.10.1.	Classificação	20	un		203.817,15 €
1.10.1.1.	Elevação				477,28 €
1.10.1.1.2	Piping				477,28 €
1.10.1.1.2.1	Aço Inox				477,28 €
1.10.1.1.2.1.1	Tubos				353,28 €
1.10.1.1.2.1.1.10	DN 100 mm	6,754817079	un	43,00 €	290,46 €
1.10.1.1.2.1.1.12	DN 150 mm	1,064840443	un	59,00 €	62,83 €
1.10.1.1.2.1.2	Flanges				38,00 €
1.10.1.1.2.1.2.2	Flange Pressada				- €
1.10.1.1.2.1.2.2.12	DN 150 mm	1	un	38,00 €	38,00 €
1.10.1.1.2.1.4	Curvas				86,00 €
1.10.1.1.2.1.4.2	90º				- €
1.10.1.1.2.1.4.2.10	DN 100-100 mm	3	un	17,00 €	51,00 €
1.10.1.1.2.1.4.2.12	DN 150-150 mm	1	un	35,00 €	35,00 €
1.10.1.2.	Classificação de areias			60.999,49 €	203.297,27 €
1.10.1.2.1	Equipamentos			57.482,49 €	115.264,98 €
1.10.1.2.1.9	Tremonha	7	un	60,00 €	420,00 €
1.10.1.2.1.15	Contentor	3	un		- €
1.10.1.2.1.16	Grade grossa de limpeza	2	un	18.052,37 €	36.104,74 €
1.10.1.2.1.17	Grade fina de limpeza	2	un	39.370,12 €	78.740,24 €
1.10.1.2.2	Piping				17.585,00 €
1.10.1.2.2.1	Aço Inox				3.517,00 €
1.10.1.2.2.1.1	Tubos				17.585,00 €
1.10.1.2.2.1.1.22	DN 600 mm	29,80194686	m	702,00 €	20.920,97 €
1.10.1.2.2.1.2	Flanges				700,00 €
1.10.1.2.2.1.2.3	Flange Plana				- €
1.10.1.2.2.1.2.3.22	DN 600 mm	8	un	700,00 €	5.600,00 €
1.10.1.2.2.1.4	Curvas				1.414,00 €
1.10.1.2.2.1.4.2	90º				- €
1.10.1.2.2.1.4.2.23	DN 600-600 mm	3	un	1.414,00 €	4.242,00 €
1.10.1.2.2.1.5	Tês				511,00 €
1.10.1.2.2.1.5.2	Tê de Picagem				- €

Figura 51. Lista de quantidades e preços de sistemas baseada na efaClass' (Continuação)

Código	Designação	Quantidades	Unidades	Preço Unitário	Preço Total
1.10.1.2.2.1.5.2.50	DN 600-600-600 mm		1 un	511,00 €	511,00 €
1.10.1.2.2.1.6	Anel Passa Muros		190,00 €	190,00 €	190,00 €
1.10.1.2.2.1.6.23	DN 600-600 mm		2 un	190,00 €	380,00 €
1.10.1.2.3	Acessórios				66.498,96 €
1.10.1.2.3.9	Válvulas de Borboleta concêntrica				- €
1.10.1.2.3.9.17	DN 600 mm		3 un	7.562,00 €	22.686,00 €
1.10.1.2.3.14	Valvula Comporta Canal		2 un		- €
1.10.1.2.3.14.14	DN 1200x2050 mm		4 un	8.155,74 €	32.622,96 €
1.10.1.2.3.14.15	DN 1600x2050 mm		2 un		- €
1.10.1.2.3.15	Valvula Comporta Mural		2 un		- €
1.10.1.2.3.15.12	DN 1200x1200 mm		1 un	3.800,00 €	3.800,00 €
1.10.1.2.3.15.13	DN 1400x1400 mm		1 un	5.000,00 €	5.000,00 €
1.10.1.2.3.16	Junta de desmontagem		1 un		- €
1.10.1.2.3.16.17	DN 600 mm		1 un	1.890,00 €	1.890,00 €
1.10.1.2.3.17	Atuadores		7 un		- €
1.10.1.2.3.18	Peanhas		2 un	200,00 €	400,00 €
1.10.1.2.3.19	Volantes		1 un	100,00 €	100,00 €
1.10.1.2.4	Instrumentação				3.948,33 €
1.10.1.2.4.4	Flow Measuring Instrument And Controls				- €
1.10.1.2.4.4.2	Flow Controllers				- €
1.10.1.2.4.4.2.2	Electric Flow Controllers		1 un	3.948,33 €	3.948,33 €
1.10.1.3	Transporte/Armazenamento				42,60 €
1.10.1.3.2	Piping				42,60 €
1.10.1.3.2.2	PEAD				42,60 €
1.10.1.3.2.2.1	Tubos				42,60 €
1.10.1.3.2.2.1.11	DN 125 mm	4,26 m		10,00 €	42,60 €
1.11	Tratamento Gorduras				44.131,39 €
1.11.1	Concentração				44.131,39 €
1.11.1.1	Elevação/Circuito				9.231,00 €
1.11.1.1.1	Equipamentos				9.231,00 €
1.11.1.1.2	Classificador de Areias		1 un	9.231,00 €	9.231,00 €
1.11.1.2	Concentração				34.900,39 €
1.11.1.2.1	Equipamentos				34.900,39 €
1.11.1.2.1.5	Bombas				- €
1.11.1.2.1.5.5.5	Bomba parafuso excêntrico		1 un	3.000,00 €	3.000,00 €
1.11.1.2.1.12	Arejador Submersível		8 un	2.099,52 €	16.796,16 €
1.11.1.2.1.14	Concentrador de gorduras		1 un	14.256,21 €	14.256,21 €
1.11.1.2.1.15	Contentor		1 un		- €
1.11.1.2.2	Piping				278,02 €
1.11.1.2.2.1	Aço Inox				278,02 €
1.11.1.2.2.1.1	Tubos				115,02 €
1.11.1.2.2.1.1.6	DN 50 mm	5,126335115 m		22,00 €	112,78 €
1.11.1.2.2.1.1.7	DN 65 mm	0,08289011 m		27,00 €	2,24 €
1.11.1.2.2.1.2	Flanges				138,00 €
1.11.1.2.2.1.2.3	Flange Plana				- €
1.11.1.2.2.1.2.3.6	DN 50 mm		3 un	26,00 €	78,00 €
1.11.1.2.2.1.2.3.7	DN 65 mm		2 un	30,00 €	60,00 €
1.11.1.2.2.1.4	Curvas				25,00 €
1.11.1.2.2.1.4.2	90º				- €
1.11.1.2.2.1.4.2.6	DN 50-50 mm		5 un	5,00 €	25,00 €
1.11.1.2.3	Acessórios				570,00 €
1.11.1.2.3.1	Válvula de Cunha Elástica		1 un		- €
1.11.1.2.3.1.2	DN 50 mm		2 un	120,00 €	240,00 €
1.11.1.2.3.1.6	Junta de desmontagem		1 un		- €
1.11.1.2.3.1.6.2	DN 50 mm		2 un	165,00 €	330,00 €
1.12	Tratamento Escumas				933,48 €
1.12.1	Circuito				933,48 €
1.12.1.2	Piping				933,48 €
1.12.1.2.1	Aço Inox				314,86 €
1.12.1.2.1.1	Tubos				280,86 €
1.12.1.2.1.1.10	DN 100 mm	6,531579663 m		43,00 €	280,86 €
1.12.1.2.1.4	Curvas				34,00 €
1.12.1.2.1.4.2	90º				- €
1.12.1.2.1.4.2.10	DN 100-100 mm		2 un	17,00 €	34,00 €
1.12.1.2.2	PEAD				618,62 €
1.12.1.2.2.1	Tubos				618,62 €
1.12.1.2.2.1.33	DN 63 mm	206,2077802 m		3,00 €	618,62 €
1.13	Poly				38.162,16 €
1.13.1	Equipamentos				38.000,00 €
1.13.1.5	Bombas				18.000,00 €
1.13.1.5.5	Bomba parafuso excêntrico		6 un	3.000,00 €	18.000,00 €
1.13.1.10	Unidade Preparação Polieletrólito		1 un	10.000,00 €	10.000,00 €
1.13.1.11	Unidade Preparação Polímero		1 un	10.000,00 €	10.000,00 €
1.13.2	Piping				57,16 €
1.13.2.3	PVC				57,16 €
1.13.2.3.1	Tubos				17,16 €
1.13.2.3.1.2	DN 20 mm	2,646189364 m		2,00 €	5,29 €
1.13.2.3.1.4	DN 32 mm	3,912862333 m		3,00 €	11,74 €
1.13.2.3.1.6	DN 50 mm	0,026801336 m		5,00 €	0,13 €
1.13.2.3.3	Cones				1,00 €
1.13.2.3.3.1	Cone excêntrico				- €
1.13.2.3.3.1.5	DN 32-50 mm		1 un	1,00 €	1,00 €
1.13.2.3.4	Curvas				24,00 €
1.13.2.3.4.2	90º				- €
1.13.2.3.4.2.2	DN 20-20 mm		2 un	1,00 €	2,00 €
1.13.2.3.4.2.4	DN 32-32 mm		11 un	2,00 €	22,00 €
1.13.2.3.5	Tês				15,00 €
1.13.2.3.5.2	Tê de Picagem				- €
1.13.2.3.5.2.1	DN 32-32-32 mm		3 un	3,00 €	9,00 €
1.13.2.3.5.2.48	DN 20-20-20 mm		3 un	2,00 €	6,00 €
1.13.3	Acessórios				105,00 €
1.13.3.18	Valvula Macho Esferico		4 un		- €
1.13.3.18.26	DN 20 mm		3 un	15,00 €	45,00 €
1.13.3.18.27	DN 32 mm		3 un	20,00 €	60,00 €
1.15	Tratamento Odores				91.000,00 €
1.15.1	Equipamentos				91.000,00 €
1.15.1.3	Filtros		1 un		- €
1.15.1.5	Bombas				44.000,00 €
1.15.1.5.3	Bombas de Diafragma		6 un	2.000,00 €	12.000,00 €
1.15.1.5.6	Grupo eletrobomba poço seco		4 un	8.000,00 €	32.000,00 €
1.15.1.7.3.6	Reservatório H2SO4		1 un	15.000,00 €	15.000,00 €
1.15.1.7.3.7	Reservatório NaOH		1 un	15.000,00 €	15.000,00 €
1.15.1.7.3.8	Reservatório NaClO		1 un	15.000,00 €	15.000,00 €
1.15.1.8	Ventiladores		2 un	1.000,00 €	2.000,00 €
1.15.2	Piping				- €

Figura 51. Lista de quantidades e preços de sistemas baseada na efaClass' (Continuação)

Código	Designação	Quantidades	Unidades	Preço Unitário	Preço Total
1.15.2.1	Aço Inox		1 un		- €
1.15.2.1.1	Tubos				- €
1.15.2.1.1.10	DN 100 mm	1,016138182	m		- €
1.16.	By-Pass				23.104,31 €
1.16.2	Piping				23.029,31 €
1.16.2.2	PEAD				23.029,31 €
1.16.2.2.1	Tubos				22.969,31 €
1.16.2.2.1.24	DN 800 mm	129,9484294	m	40,00 €	5.197,94 €
1.16.2.2.1.27	DN 1200 mm	237,6895197	m	60,00 €	14.261,37 €
1.16.2.2.1.28	DN 710 mm	117	m	30,00 €	3.510,00 €
1.16.2.2.4	Curvas				60,00 €
1.16.2.2.4.2	90º				- €
1.16.2.2.4.2.25	DN 800-800 mm	2	un	10,00 €	20,00 €
1.16.2.2.4.2.28	DN 1200-1200 mm	2	un	20,00 €	40,00 €
1.16.5.	Caixas de Visita				75,00 €
1.16.5.1.	Caixa				45,00 €
1.16.5.1.3	1500x1500	3	un	15,00 €	45,00 €
1.16.5.2.	Tampas				30,00 €
1.16.5.2.3	1500x1500	3	un	10,00 €	30,00 €
1.17.	Escorrências				18.797,65 €
1.17.1	Equipamentos				5.000,00 €
1.17.1.5	Bombas				5.000,00 €
1.17.1.5.7	Bomba submersível	2	un	2.500,00 €	5.000,00 €
1.17.2	Piping				9.203,61 €
1.17.2.1	Aço Inox				1.415,40 €
1.17.2.1.1	Tubos				435,40 €
1.17.2.1.1.10	DN 100 mm	1,604647654	m	43,00 €	69,00 €
1.17.2.1.1.12	DN 150 mm	6,210142172	m	59,00 €	366,40 €
1.17.2.1.2	Flanges				609,00 €
1.17.2.1.2.3	Flange Plana				- €
1.17.2.1.2.3.10	DN 100 mm	3	un	42,00 €	126,00 €
1.17.2.1.2.3.12	DN 150 mm	7	un	69,00 €	483,00 €
1.17.2.1.3	Cones				56,00 €
1.17.2.1.3.2	Cone Concêntrico				- €
1.17.2.1.3.2.18	DN 100-150 mm	2	un	28,00 €	56,00 €
1.17.2.1.4	Curvas				157,00 €
1.17.2.1.4.2	90º				- €
1.17.2.1.4.2.10	DN 100-100 mm	1	un	17,00 €	17,00 €
1.17.2.1.4.2.12	DN 150-150 mm	4	un	35,00 €	140,00 €
1.17.2.1.5	Tês				35,00 €
1.17.2.1.5.2	Tê de Picagem				- €
1.17.2.1.5.2.10	DN 150-150-150 mm	1	un	35,00 €	35,00 €
1.17.2.1.6	Anel Passa Muros				123,00 €
1.17.2.1.6.12	DN 150-150 mm	3	un	41,00 €	123,00 €
1.17.2.2	PEAD				7.780,25 €
1.17.2.2.1	Tubos				7.679,25 €
1.17.2.2.1.11	DN 125 mm	83,2343693	m	10,00 €	832,34 €
1.17.2.2.1.13	DN 180 mm	36,78571682	m	19,00 €	698,93 €
1.17.2.2.1.14	DN 200 mm	128,249708	m	24,00 €	3.077,99 €
1.17.2.2.1.15	DN 225 mm	56,62271143	m	31,00 €	1.755,30 €
1.17.2.2.1.30	DN 140 mm	6,492588357	m	1,00 €	6,49 €
1.17.2.2.1.31	DN 160 mm	53,78423837	m	15,00 €	806,76 €
1.17.2.2.1.32	DN 315 mm	8,22	m	61,00 €	501,42 €
1.17.2.2.2	Flanges				101,00 €
1.17.2.2.2.5	Flange de Transição				- €
1.17.2.2.2.5.8	DN 150-160 mm	1	un	101,00 €	101,00 €
1.17.2.3	PVC				7,97 €
1.17.2.3.1	Tubos				7,97 €
1.17.2.3.1.11	DN 125 mm	0,885	m	9,00 €	7,97 €
1.17.3	Acessórios				2.859,00 €
1.17.3.1	Válvula de Cunha Elástica				- €
1.17.3.1.8	DN 150 mm	2	un	311,00 €	622,00 €
1.17.3.3	Válvula de Bola de Retenção				- €
1.17.3.3.8	DN 150 mm	2	un	718,00 €	1.436,00 €
1.17.3.16	Junta de desmontagem				- €
1.17.3.16.8	DN 150 mm	3	un	267,00 €	801,00 €
1.17.4	Instrumentação				1.405,04 €
1.17.4.4	Flow Measuring Instrument And Controls				1.405,04 €
1.17.4.4.2	Flow Controllers				- €
1.17.4.4.2.2	Electric Flow Controllers	1	un	1.405,04 €	1.405,04 €
1.17.5.	Caixas de Visita				330,00 €
1.17.5.1.	Caixa				- €
1.17.5.1.1	500x500	4	un	20,00 €	80,00 €
1.17.5.1.2	800x800	10	un	25,00 €	250,00 €
1.18.	Edifício Tratamento de Lamas				2.741,00 €
1.18.1	Diferencial Manual	2	un	1.000,00 €	2.000,00 €
1.18.3	Carris	12	un		- €
1.18.4	Ventilador Axial	2	un	370,50 €	741,00 €
1.19.	Edifício Produção de ar				3.000,00 €
1.19.1	Diferencial Manual	1	un	1.000,00 €	1.000,00 €
1.19.10	Ventilador Extractor	2	un	1.000,00 €	2.000,00 €
1.20.	Edif. Desodorização				82.814,60 €
1.20.1	Diferencial Manual	2	un	1.000,00 €	2.000,00 €
1.20.2	Lava Olhos	1	un	814,60 €	814,60 €
1.21.6	Elev Manual	2	un	40.000,00 €	80.000,00 €
1.21.7	Suporte Tubagem	28	un		- €
1.21.8	Base para turco de elevação	9	un		- €
1.21.9	Suporte Fixação	24	un		- €
1.22.	Bascula				47.562,00 €
1.22.1	Báscula e Apoio	2	un	23.781,00 €	47.562,00 €
1.23.	Edif. Desarenador Desengordurador				37.279,64 €
1.23.4	Ventilador Axial	1	un	370,50 €	370,50 €
1.23.11	Ponte Raspadora	2	un	17.207,73 €	34.415,46 €
1.23.12	Apoio Agitador	8	un		- €
1.23.13	Descarregador Metalico	2	un	1.246,84 €	2.493,68 €
1.24.	Edif. Gradagem				370,50 €
1.24.3	Carris	6	un		- €
1.24.4	Ventilador Axial	1	un	370,50 €	370,50 €

Figura 51. Lista de quantidades e preços de sistemas baseada na efaClass' (Continuação)

