

Contributo para a Implementação do BIM em Entidades Gestoras de Infraestruturas Hidráulicas

O Caso da EPAL/AdVT

Tiago Corredoura Santos

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Civil

Orientador

Professor Doutor António Morais Aguiar Costa

Júri

Presidente: Professor Doutor José Dinis Silvestre

Orientador: Professor Doutor António Morais Aguiar Costa

Vogal: Professor Doutor Francisco Manuel Caldeira Pinto Teixeira Bastos

novembro de 2023

(Página deixada em branco intencionalmente)

Declaração

Declaro que o presente documento é um trabalho original da minha autoria e que cumpre todos os requisitos do Código de Conduta e Boas Práticas da Universidade de Lisboa.

(Página deixada em branco intencionalmente)

Agradecimentos

Apesar da dissertação ter um caráter individual, resulta de um conjunto de contribuições diretas e indiretas de várias pessoas e entidades sem as quais a sua realização não teria sido possível.

Ao Professor António Aguiar Costa, orientador desta dissertação, pela constante disponibilidade no esclarecimento de dúvidas e pelos conselhos e sugestões cruciais para o desenvolvimento do trabalho.

À EPAL/AdVT (Empresa Portuguesa de Águas Livres e Águas do Vale do Tejo), em especial ao antigo Diretor de Engenharia da Empresa, Eng.^º José Eduardo Fialho, que autorizou a elaboração desta dissertação em regime empresarial, tendo sempre demonstrado interesse na temática BIM e nos resultados deste trabalho.

A todos os elementos de ENG da EPAL/AdVT (Departamento de Estudos e Projetos e Departamento de Obras), cuja experiência e conhecimento se revelaram absolutamente fulcrais para a elaboração desta dissertação. Em especial aos membros do Grupo de Trabalho BIM (GT-BIM), nomeadamente à Eng.^a Ana Amélia Santos, coordenadora do Departamento de Estudos e Projetos e responsável pelo GT-BIM, Eng.^º Hugo Campos, Eng.^a Carla Martinho e Arq.^º Luís Marçal pelo acompanhamento de todo o processo ao longo dos últimos três anos, tudo tendo feito para garantir o sucesso deste trabalho e que o mesmo corresponesse a uma mais-valia para a Empresa. Um agradecimento especial ao Eng.^º Pedro Almeida, também do Departamento de Estudos e Projetos da EPAL/AdVT (e que, numa fase posterior, integrou igualmente o GT-BIM), pelo *input* que se revelou essencial para o desenvolvimento da parte prática desta dissertação.

À Direção de Gestão de Ativos da EPAL/AdVT (DGA) por todo o apoio, informação e dados facultados relativamente à gestão dos ativos da Empresa, que constituíram uma parte considerável dos alicerces desta dissertação.

Ao Professor Ricardo Pontes Resende, coordenador do projeto SECClasS, pelos dados fornecidos que corresponderam a um elemento importante de reflexão no desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos que me acompanharam no percurso académico no IST, por toda a ajuda ao longo do curso e pelo interesse na temática desta dissertação tendo, através de perguntas e sugestões, contribuído para o amadurecimento do meu conhecimento e para o fortalecimento deste documento.

À Inês, que tanto me apoiou durante os últimos anos e sempre me incentivou a nunca desistir.

E finalmente à minha família, em especial aos meus pais, por todo o apoio e por me terem proporcionado todas as oportunidades necessárias para concluir o meu percurso académico. A eles dedico esta dissertação, que representa a conclusão de uma importante etapa da minha vida.

(Página deixada em branco intencionalmente)

Resumo

A metodologia BIM (*Building Information Modelling*) define-se como um conjunto de procedimentos de criação e gestão da informação em organizações suportados por modelos tridimensionais parametrizados que, através da utilização de uma linguagem facilmente interpretável por todos os *intervenientes*, conduzem a uma maior eficiência e transparência dos processos produtivos e de gestão dos ativos.

Esta dissertação tem como objetivo principal a aplicação desta metodologia de trabalho na EPAL/AdVT (Empresa Portuguesa das Águas Livres e Águas do Vale do Tejo), uma entidade gestora do setor empresarial do Estado. Foram desenvolvidos processos para a implementação BIM a nível organizacional, como a definição de objetivos, usos BIM e atribuição de cargos e responsabilidades relevantes para a Empresa. Foram também criados elementos base da aplicação BIM ao nível da fase de projeto e obra, desde uma estrutura de pastas de trabalho em ambiente colaborativo, desenvolvimento de uma codificação para identificação de todos os ficheiros que constam dessas pastas de trabalho, desenvolvimento de um sistema de classificação hierárquico para os objetos constituintes dos modelos produzidos e parametrização a associar a cada um desses objetos. A sistematização da classificação e parametrização dos objetos permitiu desenvolver uma estrutura de *data template* que agrupa toda essa informação em ficheiros de dados.

Finalmente, foi desenvolvido um modelo tridimensional de uma infraestrutura hidráulica com posterior importação de informação num *software* de gestão de ativos, concluindo-se que é possível pôr em prática os requisitos BIM definidos nesta dissertação para a gestão de toda a informação de âmbito BIM.

Palavras-chave: gestão de informação, modelos de informação, BIM, sistemas de classificação, parametrização

(Página deixada em branco intencionalmente)

Abstract

BIM (Building Information Modelling) is defined as a set of procedures aimed at creating and managing information within organizations, supported by parametric three-dimensional models. By using a language easily understandable by all stakeholders, BIM aims to increase efficiency and transparency in both the production processes and asset management.

The main goal of this dissertation is to apply this working methodology to EPAL/AdVT (Empresa Portuguesa das Águas Livres e Águas do Vale do Tejo), a state-owned water utilities company in Portugal.

Processes for implementing BIM at an organizational level were developed, including the definition of goals, BIM uses, and the assignment of relevant roles and responsibilities within the company. Specifications for applying BIM at the design and construction phases were also created, such as a collaborative workspace folder structure, a coding system to identify all files within these folders, a hierarchical classification system for the objects included in the BIM models and a set of parameters to associate to each of those objects. The systematization of object classification and parameterization allowed for the development of a data template structure that aggregates all this information into data files.

Finally, a three-dimensional model of a hydraulic infrastructure was developed, and information was subsequently imported into an asset management software, demonstrating that it is possible to implement the BIM requirements defined in this dissertation for managing all BIM-related information.

Keywords: information management, information models, BIM, classification systems, parameterization

(Página deixada em branco intencionalmente)

Índice

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO E OPORTUNIDADE DE DESENVOLVIMENTO – EPAL/AdVT	1
1.2 OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO	2
1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO	3
2 ESTADO DA ARTE	4
2.1 CONCEITO BIM	4
2.1.1 <i>Dimensões BIM e campo de aplicação da metodologia</i>	6
2.2 ENQUADRAMENTO HISTÓRICO	8
2.3 PARADIGMA E NORMALIZAÇÃO INTERNACIONAL	9
2.4 PARADIGMA E NORMALIZAÇÃO NACIONAL	12
2.5 IMPLEMENTAÇÃO BIM A NÍVEL INTERNACIONAL.....	13
2.6 IMPLEMENTAÇÃO BIM A NÍVEL NACIONAL	14
2.7 BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO	15
2.8 O PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM	17
2.8.1 <i>Definição de requisitos de informação</i>	17
2.8.2 <i>Nível de informação necessária</i>	19
2.8.3 <i>Fluxos de processos de trabalho (workflow)</i>	20
2.8.4 <i>Interoperabilidade entre sistemas</i>	21
2.8.5 <i>Níveis de maturidade</i>	22
2.9 A CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO EM CONTEXTO BIM	23
2.9.1 <i>O processo de classificação e codificação de ativos</i>	25
2.9.2 <i>Sistemas de classificação da construção existentes</i>	25
2.9.3 <i>Modelação paramétrica</i>	30
2.9.4 <i>Paradigma atual – Data Templates</i>	31
3 CASO DE ESTUDO: EPAL/ADVT	34
3.1 DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO.....	34
3.2 OBJETIVOS DE IMPLEMENTAÇÃO BIM E PLANO DE AÇÃO DEFINIDO.....	34
3.3 CONTRIBUIÇÃO PARA A DOCUMENTAÇÃO DE DEFINIÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROCESSOS BIM NA EPAL/AdVT	35
3.3.1 <i>Caracterização geral do Guia BIM e EIR</i>	36
3.3.2 <i>Objetivos e Usos BIM identificados</i>	36
3.3.3 <i>Mapas de processo</i>	37
3.3.4 <i>Funções e responsabilidades das equipas</i>	39
3.3.5 <i>Procedimentos de colaboração</i>	42
3.3.6 <i>Requisitos dos modelos BIM e informação associada</i>	44
3.3.7 <i>Procedimentos de operacionalização</i>	48
3.4 NOMENCLATURA DE OBJETOS	49
3.5 SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO DE ATIVOS	49

3.5.1	<i>Abordagem inicial</i>	50
3.5.2	<i>Abordagem definida de sistema de classificação – Versão 1</i>	52
3.6	LEVANTAMENTO DE PARÂMETROS DE OBJETOS	55
3.7	CRIAÇÃO DE DATA TEMPLATES	57
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	60
4.1	ANÁLISE DE RESULTADOS	60
4.2	DESENVOLVIMENTO DE PADRONIZAÇÕES BIM	62
4.3	OPERACIONALIZAÇÃO COM SISTEMAS EM UTILIZAÇÃO NA EMPRESA.....	67
4.4	APLICAÇÃO A CASO DE ESTUDO	68
5	CONCLUSÕES	76
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
5.2	DIFICULDADES ENFRENTADAS E LIMITAÇÕES DO TRABALHO DESENVOLVIDO	77
5.3	OPORTUNIDADES E PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		81
ANEXO A		
ANEXO B		
ANEXO C		
ANEXO D		
ANEXO E		
ANEXO F		
ANEXO G		

(Página deixada em branco intencionalmente)

Índice de figuras

Figura 2.1 - Desenho manual pré CAD [4]	9
Figura 2.2 - Hierarquia de requisitos de informação, adaptado de [29]	18
Figura 2.3 - Estrutura de um sistema de classificação com 3 níveis de classes [9]	23
Figura 2.4 - Classificação enumerativa e por facetas, respetivas vantagens e desvantagens, adaptado de [34], [67])	24
Figura 2.5 - Estrutura do sistema ProNIC, adaptado de [71]	26
Figura 2.6 - Metodologia de criação de um PDT, adaptado de [75]	33
Figura 3.1 - Diagrama do processo de implementação BIM na Empresa	35
Figura 3.2 - Mapa de processos de nível II na EPAL/AdVT para o Uso BIM "Codificação do modelo"	39
Figura 3.3 - Interação entre as várias funções na fase de projeto	41
Figura 3.4 - Interação entre as várias funções na fase de obra	41
Figura 3.5 - Fluxo de informação ao longo dos blocos de informação (information containers) propostos na EN ISO 19650-1 (esquerda) e adaptação da EPAL/AdVT (direita)	43
Figura 3.6 - Requisitos de informação relevantes para a EPAL/AdVT	44
Figura 3.7 - Mapa de processos referente à análise de interferências nos modelos	47
Figura 3.8 - Evolução de Planos de Execução BIM num procedimento tradicional	48
Figura 3.9 - Abordagem de compatibilização entre ativos EPAL/AdVT e sistema Uniclass2015	52
Figura 3.10 - Processo utilizado para a definição inicial do sistema de classificação desenvolvido	52
Figura 3.11 - Tipologia do sistema de classificação por localização e por ativo	53
Figura 3.12 - Mapa de processos de apoio à introdução de novas entradas no sistema de classificação	54
Figura 3.13 - Estruturação de parâmetros com significado idêntico a partir de várias fontes de informação	56
Figura 3.14 - Relação classificação-parametrização (figuras retiradas de [110])	57
Figura 3.15 - Correspondência entre Conjuntos de Propriedades (Property Sets) de várias entidades	58
Figura 3.16 - Data Template base	59
Figura 3.17 - Correspondência ao IFC Schema	59
Figura 4.1 - Modelação de um perfil IPE em LOD 200 (esq.) e LOD 350 (dir.), retirado de [90]	61
Figura 4.2 - CICS da EPAL/AdVT em Autodesk Revit	63
Figura 4.3 - Listagem de Psets criados em Revit	64
Figura 4.4 - Exemplo de nomenclatura de PDTs	66
Figura 4.5 - Compatibilização Maximo - CICS BIM	67
Figura 4.6 - Campo de localização Maximo criado em Revit	67
Figura 4.7 - Parâmetro de projeto para a identificação da localização dos ativos em Revit	68
Figura 4.8 - Correspondência entre parâmetros no Maximo (esq.) e parâmetros no BIM (dir.)	68
Figura 4.9 - Janela de criação de novo projeto	69

Figura 4.10 - Estrutura de pastas no CDE (até ao 2º nível) e ficheiros carregados	70
Figura 4.11 - Codificação de ficheiros imposta no CDE	70
Figura 4.12 - Requisitos na codificação de ficheiros no CDE (exemplo de picklist para o campo <Especialidade>).....	71
Figura 4.13 - Modelo tridimensional da Estação Elevatória em Revit	71
Figura 4.14 - Interferências identificadas em Navisworks.....	72
Figura 4.15 - Nomenclatura de famílias para o modelo criado em Revit.....	72
Figura 4.16 - Informações do projeto desenvolvido	73
Figura 4.17 - Classificação de EZO do modelo	73
Figura 4.18 - Criação de parâmetros em Revit para uma das famílias do modelo utilizando o add-on DiRoots - ParaManager	73

(Página deixada em branco intencionalmente)

Índice de quadros

Quadro 2.1 - Exemplo de notação expressiva, adaptado de [7]	25
Quadro 2.2 - Diferentes CICS e respetivos países de origem	26
Quadro 2.3 - Capítulos de edifícios em geral [19].....	27
Quadro 2.4 - Capítulos de infraestruturas rodoviárias [19]	27
Quadro 2.5 - Resumo dos resultados obtidos pelo estudo do projeto SECClasS, adaptado de [7]....	28
Quadro 2.6 - Correspondência entre tabelas sugeridas na norma EN ISO 12006-2 e sistema Uniclass2015, adaptado de [28], [66]	29
Quadro 2.7 - Descrição das classes de nível 1 para a tabela Products do sistema Uniclass2015 e correspondência com proposta de CICS nacional [5].....	30
Quadro 3.1 - Exemplo da definição de objetivos da implementação BIM para a EPAL/AdVT	37
Quadro 3.2 - Usos BIM identificados como prioritários pela EPAL/AdVT no processo de implementação BIM	37
Quadro 3.3 - Elementos base considerados na notação BPMN 2.0, adaptado de [29]	38
Quadro 3.4 - Classificação LOA proposta pelo Institute of U.S. Building Documentation (USIBD)	45
Quadro 3.5 - Exemplo de preenchimento parcial de uma matriz de interferências	46
Quadro 3.6 - Formatos de entrega consoante o tipo de informação	48
Quadro 3.7 – Nomenclatura de objetos dos modelos	49
Quadro 3.8 - Estrutura de classificação e codificação utilizada pela gestão de ativos da Empresa	51
Quadro 3.9 - Adaptação dos ativos extraídos do Maximo à estrutura SAP	51
Quadro 3.10 - Níveis de classes de cada tabela desenvolvida e correspondência ao sistema Uniclass2015	54
Quadro 3.11 - Estrutura proposta para o sistema de classificação de ativos desenvolvida (exemplo da Tabela Equipamentos)	55
Quadro 3.12 - Matriz de correspondência parâmetros-ativos	57
Quadro 4.1 - Correspondência Pset - Parâmetro	64
Quadro 4.2 - Matriz parâmetro - ativo criada (parcial)	65
Quadro 4.3 - Exemplo de tabela dinâmica criada para o ativo "Filtro de Carvão Ativado"	66
Quadro 4.4 - Objetivos definidos para o projeto BIM em estudo	69
Quadro 4.5 - Usos definidos para o projeto BIM em estudo	69
Quadro 4.6 - Exportação de Schedule para Excel e exemplo de preenchimento	74
Quadro 4.7 - Informação a preencher no MxLoader - exemplo utilizado no guia explicativo [112].....	74

(Página deixada em branco intencionalmente)

Lista de abreviaturas (Siglas e Acrónimos)

2D	Peças desenhadas bidimensionais
3D	Modelos tridimensionais
4D	Quarta dimensão BIM - Planeamento
5D	Quinta dimensão BIM - Custos
6D	Sexta dimensão BIM - Gestão de Ativos
ACC	Autodesk Construction Cloud
AdP	Grupo Águas de Portugal SGPS
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação Architecture, Engineering, Construction and Operations
AIM	Modelos de Informação de Ativos Asset Information Model
AIR	Requisitos de Informação dos Ativos Asset Information Requirements
API	Application Programming Interface
BAME	Boletim de Aprovação de Materiais e Equipamentos
BCA	Building and Construction Authority
BEP	Plano de Execução BIM BIM Execution Plan
BIM	Building Information Modelling
BIP	Plano de Implementação BIM BIM Implementation Plan
BPMN	Business Process Model and Notation
CAD	Desenho Assistido por Computador Computer-aided design
CAFM	Computer Assisted Facility Management platforms
CAL	Companhia das Águas de Lisboa
CAWS	Common Arrangement of Work Sections
CCI	Construction Classification System
CCP	Código dos Contratos Públicos
CCS	Cuneco Classification System
CDE	Ambiente Comum de Dados Common Data Environment
CEN	Comité Europeu de Normalização
CESMM	Civil Engineering Standard Method of Measurement
CI/SfB	Construction Index/ Samarbetskommitten for Byggnadsfrågor
CICS	Sistema de Classificação da Informação da Construção Construction Information Classification System
CML	Câmara Municipal de Lisboa
COBie	Construction Operations Building Information Exchange
CSI	Construction Specifications Institute
CT	Comissão Técnica
DNP	Documento Normativo Português

DO	Dono de Obra
DoP	Declaração de Desempenho Declaration of Performance
EDF	Edificado e Património Construído
EE	Estação Elevatória
EIR	Exchange Information Requirements Requisitos de trocas de informação
EMD	European Master Data
EN NP	Norma Portuguesa
ENh	Normas Europeias Harmonizadas
EPAL/AdVT	Empresa Portuguesa de Águas Livres e Águas do Vale do Tejo
EPD	Declaração Ambiental de Produto Environmental Product Declaration
EPIC	Electronic Product Information Cooperation
EQP	Equipamentos
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
EUA	Estados Unidos da América
EZO	Espaços e Zonas
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
FGV	Ferrocarrils de la Generalitat Valencia
FIU	Florida International University
FM	Facility Management
GNA	Grandes Naturezas de Ativo
GSA	General Services Administration
HAA	Hidráulica de Águas de Abastecimento
HVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado <i>Heating, ventilation, and air conditioning</i>
IBM	International Business Machines Corporation
ICE	Institution of Civil Engineers
ICMS	International Construction Measurement Standards
IFC	Industry Foundation Classes
IoT	Internet of Things
IPD	Integrated Project Delivery
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISO	Organização Internacional para a Normalização International Organization for Standardization
IST	Instituto Superior Técnico
JOUE	Jornal Oficial da União Europeia
KPI	Indicadores de Performance Chave Key performance indicators
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
LOA	Nível de Precisão Level of Accuracy
LOD	Level of Development

LOID	Nível de Informação Necessária Level of Information Need
LPS	Last Planner System
MIDP	Master Information Delivery Plan
MMI	Maintenance Managed Item
MQT	Mapas de Quantidades de Trabalho
MVD	Model View Definition
NBS	National BIM Standard
NBS	National Building Specification
OBOS	Open BIM Standard
OIR	Requisitos de Informação da Organização Organizational Information Requirements
ONS	Organismo de Normalização Sectorial
PAS	Publicly Disponível em Specification
PDS	Ficha Técnica de Produto Product Data Sheet
PDT	Ficheiros de Dados de Produto Product Data Templates
PIB	Produto Interno Bruto
PIM	Modelos de Informação de Projeto - Project Information Model
PIR	Requisitos de Informação do Projeto - Project Information Requirements
ProNIC	Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção
RAC	Reservatório de Ar Comprimido
ROI	Retorno de Investimento Return of Investment
SAP	Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados
SC	Subcomité Subcommittee
SCC	Sistemas de Construção Civil
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
TC	Comité Técnico Technical Committee
TIDP	Task Information Delivery Plan
TR	Relatório Técnico Technical Report
TS	Especificação Técnica Technical Specification
UDC	Universal Decimal Classification
URL	Uniform Resource Locator
USIBD	Institute of U.S. Building Documentation
VR	Realidade Virtual Virtual Reality
WIP	Em curso Work in Progress

(Página deixada em branco intencionalmente)

1 Introdução

1.1 Enquadramento e oportunidade de desenvolvimento – EPAL/AdVT

O setor AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) tem registado produtividades praticamente estáticas ao longo das últimas décadas. Apesar de existir uma procura pela utilização de novas técnicas construtivas e materiais, os potenciais ganhos de produtividade que daí adviriam têm sido absorvidos pela crescente complexidade de projetos e heterogeneidade do ambiente construtivo, pelo aumento do número de atores envolvidos no processo construtivo e pela gestão ineficiente da grande quantidade de informação de índole técnica e contratual produzida.

Nesse sentido, como forma de estimular o setor, urge implementar processos que conduzam ao aumento da qualidade da informação desenvolvida, facilitem a gestão dessa informação e permitam às organizações tornarem-se mais eficientes nas várias fases do processo produtivo.

A metodologia BIM (*Building Information Modelling*), cujos princípios base são o aumento da qualidade e eficiência dos processos de gestão da informação e, cuja génese remonta a meados do século passado, tem-se afirmado como uma das respostas possíveis para mitigar estas problemáticas no setor AECO, potenciada por novas ferramentas tecnológicas e pelos esforços de entidades internacionais de normalização (como a buildingSMART) na promoção da interoperabilidade entre essas ferramentas. Essas ferramentas incorporadas em todo o ciclo de vida dos ativos permitem, aos dias de hoje, desenvolver: i) modelos BIM de projeto, facilitando a conceção de soluções, análise de sistemas e identificação de conflitos entre especialidades; ii) modelos BIM de obra que correspondem à evolução dos modelos de projeto, para acompanhamento em tempo real da evolução e planeamento dos trabalhos, extração de quantidades executadas diretamente desses modelos, planeamento inteligente de estaleiros em função da fase da obra, entre outros; iii) modelos BIM de gestão de ativos, em que a partir dos modelos finais de obra (modelos *as-built*) é possível definir ordens de trabalho e efetuar manutenção preventiva das infraestruturas em função da informação que consta dos modelos (e.g. um elemento de uma equipa de manutenção tem toda a informação necessária sobre um ativo a reparar/substituir antes de se deslocar ao local).

Cabe, no entanto, aos intervenientes nos processos de conceção implementar os processos de normalização e requisitos definidos pelas entidades gestoras, para que o carregamento dessa informação nos modelos (parametrização) conduza efetivamente a um valor acrescentado para as organizações, evitando que os modelos sejam meras visualizações tridimensionais.

Reconhecendo as mais-valias desta metodologia, vários países iniciaram o processo de implementação no início deste século, através de diretivas estatais que alavancaram todo o setor AECO. Nos EUA, a GSA (*General Services Administration*), definiu a obrigatoriedade da utilização do BIM em algumas regiões para obras públicas com valor superior a 5 milhões de dólares. Na Austrália, é obrigatória a utilização do BIM em obras públicas de valor superior a 50 milhões de dólares australianos. Em Singapura a BCA (*Building and Construction Authority*) desenvolveu um conjunto de políticas de promoção do BIM, culminando na obrigatoriedade de todos os projetos públicos utilizarem

esta metodologia a partir de 2015. Na Europa, a Finlândia começou a implementação BIM em 2002, tendo publicado em 2007 uma diretiva nacional para a entrega de projetos públicos em formato aberto IFC (*Industry Foundation Classes*). O Reino Unido desenvolveu, no início da década passada, um conjunto de programas de apoio à contratação (*procurement*) e publicação de normas para permitir à indústria adaptar-se à diretiva governamental de obrigatoriedade na utilização do BIM para todas as obras públicas a partir de 2016, o que à data conduziu a uma adoção do BIM pelo setor AECO britânico superior a 70%. Mais, as normas publicadas, com ênfase nas PAS (*Publicly Disponível em Specification*) desenvolvidas pelo Reino Unido desencadearam o desenvolvimento de normas internacionais de apoio à metodologia BIM.

Dessa forma, atualmente vigora um conjunto de normas ISO (*International Organization for Standardization*) referentes à implementação e aplicação das várias facetas da metodologia BIM em organizações. A nível europeu, o Comité Técnico 442 (*Technical Committee 442* – CEN/TC 442), através dos seus grupos de trabalho dedicados a temáticas específicas relacionadas com o BIM, é responsável pela materialização de normas, especificações e relatórios associados a esta metodologia. Em Portugal, esse trabalho está a cargo da Comissão Técnica 197 (CT197), *mirror committee* do CEN/TC 442, salientando-se a publicação do Guia da Contratação BIM, em 2017, e do Documento Normativo Português DNP TS 4585 que especifica a estrutura a considerar no desenvolvimento de Planos de Execução BIM (*BIM Execution Plan – BEP*), em 2023.

No entanto, a nível nacional, a legislação da contratação pública, nomeadamente o Código dos Contratos Públicos (CCP) e portarias associadas ainda não permitem, no plano jurídico, ir de encontro às novas realidades e exigências que advém da metodologia BIM, dificultando o balizamento de requisitos na elaboração de contratações no âmbito dessa metodologia.

Não obstante, a EPAL/AdVT (Empresa Portuguesa de Águas Livres e Águas do Vale do Tejo), reconhecendo o potencial do BIM, pretende ser um referencial nessa implementação no setor empresarial do estado, tendo esse processo sido iniciado em 2018 no Departamento de Estudos e Projetos da Direção de Engenharia da Empresa.

Durante os esforços de implementação foi identificada a necessidade de desenvolver um conjunto de diretrizes BIM sob a forma de documentação técnica, que introduzissem uma uniformidade de linguagem entre as Direções da Empresa e entre esta e os prestadores de serviço externos, de forma a garantir que a produção de documentação e modelos tridimensionais são executados em conformidade com os requisitos da Empresa. Pretende-se assim, que este trabalho desenvolvido pela EPAL/AdVT seja não só aplicável à Empresa, mas também a outras entidades gestoras e ajude a alavancar a adoção do BIM no setor AECO nacional.

1.2 Objetivos da dissertação

A presente dissertação tem como objetivo principal caracterizar o âmbito e os requisitos da aplicação da metodologia BIM em entidades gestoras através da aplicação ao caso prático da EPAL/AdVT, uma Empresa do setor empresarial do Estado Português, do ramo das infraestruturas hidráulicas, que iniciou o processo de implementação BIM em 2018.

O objetivo deste documento é, não só agilizar o processo de implementação da metodologia BIM na EPAL/AdVT, mas também propor um conjunto de procedimentos que possam ser facilmente replicados por outras entidades ou organizações na fase inicial da transição para o BIM.

Relativamente aos métodos aplicados para cumprir esses objetivos, em primeira instância, é definido um conjunto de processos BIM que devem ser acautelados a nível organizacional para que essa implementação seja eficiente, que devem integrar os Planos de Execução BIM (*BIM Execution Plan – BEP*) desenvolvidos pelos prestadores de serviço externos à Empresa. Seguidamente, com vista a facilitar a gestão da informação de empreendimentos executados segundo a metodologia BIM, é proposta uma estrutura de pastas para gerir a informação desenvolvida em contexto BIM durante a fase de projeto, codificação de ficheiros a integrar essas pastas e codificação e parametrização de elementos individuais que constam dos modelos BIM gerados. Posteriormente, foi modelado em BIM um edifício de uma estação elevatória de água, tendo por base as considerações tecidas anteriormente, com o objetivo de comprovar que a informação carregada no modelo pode ser transposta para um sistema de sistema de gestão de ativos como o que está em uso na Empresa.

1.3 Estrutura do documento

A presente dissertação está organizada em 5 capítulos.

O presente capítulo enquadra o documento e estabelece, de forma introdutória, os principais objetivos. No capítulo 2 é apresentada uma revisão bibliográfica dos principais conceitos BIM aplicados à presente dissertação, estado atual do conhecimento desta metodologia a nível nacional e internacional e definidas as principais vertentes macro relevantes para o processo de implementação BIM que contribuem para a eficiência do processo em organizações. São ainda abordadas temáticas específicas da metodologia BIM relevantes para o desenvolvimento normalizado de modelos tridimensionais.

No capítulo 3 é apresentado o caso de estudo da implementação da metodologia BIM na EPAL/AdVT que permitiu materializar a presente dissertação e são definidos os pressupostos e estratégias empregadas para agilizar o processo de implementação BIM na Empresa ao nível organizacional e ao nível específico de projetos e obras a executar segundo a metodologia BIM.

No capítulo 4 são analisados os resultados obtidos, do ponto de vista da implementação BIM como um todo e no que diz respeito aos requisitos BIM específicos de modelação. O capítulo culmina com a elaboração de um modelo BIM tridimensional, permitindo assim aferir-se a viabilidade da aplicação dos princípios estabelecidos nesta dissertação para ativos da EPAL/AdVT, desde a fase de conceção à gestão dos mesmos.

No capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões deste trabalho e estabelecem-se algumas considerações sobre oportunidades futuras de desenvolvimento.

2 Estado da Arte

2.1 Conceito BIM

O setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) é uma das maiores indústrias a nível europeu, contribuindo para cerca de 9% do Produto Interno Bruto (PIB) europeu empregando 18 milhões de pessoas em 3,1 milhões de empresas. As atividades decorrentes desta indústria utilizam cerca de 50% das matérias-primas e geram 40% dos gases com efeitos de estufa a nível europeu [1]. A nível mundial esse impacto é ainda mais relevante, com gastos anuais de cerca de 11,5 biliões correspondendo a 13% do PIB mundial [2], prevendo-se que esse valor aumente para cerca de 14 biliões em 2025 [3]. No entanto, a performance do setor apresenta claros problemas de produtividade. Tendo por base uma amostra de 41 países, averiguou-se que a taxa de crescimento anual composta do setor para o período 1995-2014 foi de apenas 1%, muito aquém da produtividade das indústrias de transformação e da própria economia mundial (3,6% e 2,7%, respetivamente) [2], [3]. No sentido de inverter esta tendência, existe um conjunto de medidas que podem ser tomadas, nomeadamente [2], [3]:

- Adaptar a legislação da construção vigente – desenvolvimento de legislação como regras de medição (e.g. ICMS – *International Construction Measurement Standards*) encoraja a transparência em termos de custos e performance;
- Reestruturar o processo contratual e de gestão da cadeia de valor – frequentemente, a colaboração entre os atores do processo produtivo é inerente a apenas um empreendimento, dificultando o estabelecimento de processos colaborativos sistematizados e aumentando a probabilidade de que a informação produzida não esteja corretamente coordenada entre empresas e entidades; quanto maior e mais complexa seja a infraestrutura, maior o risco de erros, incompatibilidades e derrapagens orçamentais. Mais ainda, a competição entre proponentes do setor exige que o cliente especifique de forma clara e concisa quais os requisitos que pretende ver implementados no empreendimento a executar. O balizamento desses requisitos torna-se difícil face às ambiguidades dos vários empreendimentos, o que dificulta a eliminação de comportamentos predatórios no setor como a concorrência a preços abaixo do *break-even*, valendo-se de trabalhos a mais para obter lucros [4]. Nesse sentido, o processo contratual deve ser alterado do tipo transacional para relacional e focado em objetivos ao longo de todo o desenvolvimento do empreendimento (e.g. IPD – *Integrated Project Delivery*), adaptando os indicadores-chave de desempenho (KPIs - *key performance indicators*) para o efeito;
- Repensar a conceção e aumentar a qualidade da execução *in-situ*, recorrendo a novos materiais – i) abordar uma obra como um sistema de produção, recorrendo a elementos pré-fabricados e minimizando, sempre que possível, a fabricação *in situ*; ii) utilização de plataformas integradas de planeamento dos trabalhos (e.g. LPS – *Last Planner System*) para controlar prazos de execução e custos; iii) melhorar a eficiência no início de execução de novos

empreendimentos (e.g. finalizando todos os processos de licenciamento previamente ao início dos trabalhos em obra);

- Incrementar a qualificação dos trabalhadores do setor – investimento das empresas no sentido de formar e treinar os seus colaboradores na utilização de equipamentos e ferramentas tecnológicas mais recentes disponíveis no mercado;
- Utilizar tecnologias digitais, novos materiais e automação – ferramentas digitais de colaboração e gestão da obra, equipamentos como drones e *laser scanners* para monitorização, levantamento e mapeamento de superfícies, equipamentos de automação de trabalhos em obra (e.g. equipamentos de automação de assentamento de alvenarias), equipamentos de medição e análise (e.g. instalação de sensores para controlar o impacto das escavações para o novo projeto *London Crossrail*) e utilização da *Internet of Things* (IoT) para melhorar a monitorização dos materiais, trabalhos e produtividade dos equipamentos em obra.

Ao longo das últimas duas décadas, Singapura tem-se destacado como um dos países que mais tem apostado no incremento de produtividade no setor AECO. Para tal têm contribuído incentivos governamentais, sob a forma de subsídios, atribuídos empresas privadas para incorporação de algumas das soluções aqui destacadas [5]. Uma das soluções adotadas por Singapura, à semelhança de outros países, foi a implementação da metodologia *Building Information Modelling* (BIM) no processo construtivo. Esta metodologia surge como uma solução parcial para os problemas de produtividade, propondo novas estratégias de gestão da informação aliadas à transposição de elementos gráficos a duas dimensões e instruções em forma de texto para o campo da modelação tridimensional. Os modelos desenvolvidos contêm dados que permitem efetuar simulações como: comportamento das infraestruturas, quantidades, custos e prazos [4]. A visualização em ambiente tridimensional permitiu, num projeto de reabilitação de um edifício no Canadá, obter ganhos de produtividade de 75%, 81% e 241% na execução de secções de três sistemas de condutas quando comparado com secções não modeladas em BIM [2]. A metodologia BIM pode-se definir como a disponibilização da informação necessária, no formato correto e quando essa informação é necessária [6], permitindo armazenar informação de todas as fases dos empreendimentos em modelos digitais [7]. Um modelo BIM e base de dados associada são mecanismos para recolher, capturar e visualizar informação utilizando diferentes tecnologias durante todas as fases do ciclo de vida das infraestruturas [7]. Charles Eastman, um dos pioneiros desta metodologia, definiu que os modelos BIM se caracterizam por possuir [8]

- Componentes de construção com representações digitais inteligentes que “sabem” o que são e que podem ter associados atributos gráficos e regras paramétricas;
- Componentes que incluem dados que descrevem como esses componentes se comportam e permitem levar a cabo análises e processos de trabalho (e.g. extração de quantidades, especificações ou análise energética);
- Dados consistentes e não redundantes, de forma que as alterações dos componentes sejam refletidas em todas as visualizações do componente;
- Dados coordenados, de forma que todas as visualizações de um modelo sejam representadas de forma coordenada.

As ferramentas de âmbito BIM encontram-se a transformar o modo como a indústria opera, contribuindo para a redução de riscos financeiros e ambientais, como a modernização de metodologias de planeamento e conceção de projeto, a introdução de novas técnicas de construção e novos princípios de gestão de resíduos de construção e demolição [9].

Salienta-se, no entanto, que o BIM não se cinge unicamente a novas tecnologias, mas sim à interligação dos seguintes vetores: i) tecnologias; ii) normalizações e protocolos; iii) processos e pessoas; iv) políticas e fatores económicos (sendo este último o mais relevante que condiciona todos os restantes) [8].

O BIM é visto como uma das maiores inovações tecnológicas no setor AECO, com poupanças derivadas do seu uso estimadas em mais de 1 bilião de dólares até 2025 [4].

2.1.1 Dimensões BIM e campo de aplicação da metodologia

Um desenho bidimensional é uma fonte de informação onde os dados são linhas individuais e texto, cujos atributos incluem o ponto de origem em relação a um sistema de coordenadas locais, a sua direção e o comprimento. Esta abordagem de representação de um ambiente tridimensional recorrendo a desenhos bidimensionais acaba por ser limitativa [4].

A dimensão 3D do BIM corresponde à representação geométrica dos objetos de construção no espaço tridimensional. As geometrias desses objetos são criadas e editadas parametricamente, permitindo automatizar a edição dos modelos a executar, para um conjunto extenso de objetos [10]. Uma análise ao recurso à modelação 3D na Alemanha, França, Reino Unido, Estados Unidos, Canadá, Brasil, Japão, Coreia do Sul, Austrália e Nova Zelândia, em 2014, permitiu aferir a maior preponderância das construturas em utilizar esta técnica para a execução de obras de construção vertical (edifícios comerciais com taxa de uso de modelação 3D de 63% e institucionais como serviços de saúde com 54%) [11]. Por outro lado, obras de construção linear têm taxas de modelação tridimensional mais baixas (infraestruturas como autoestradas, túneis ou adutoras e indústria de produção de energia na ordem dos 20% e indústria mineira na ordem dos 5%) estando, no entanto, a aumentar de forma gradual em todos os países analisados [11].

Para além da modelação de novas estruturas, a modelação 3D pode também ser aplicada à modelação do existente, através do recurso a técnicas como a fotogrametria e *laser scanning*. A fotogrametria pode ser realizada com recurso a câmaras fotográficas ou drones e consiste em registos fotográficos de curta distância que dão origem a nuvens de pontos. Após processamento dessas nuvens de pontos em software talhado para o efeito como o *Pix4D* ou *Autodesk ReCap* é possível replicar objetos existentes no mundo real para o mundo virtual [12]. Posteriormente, essas nuvens de pontos processadas são incorporadas num software de modelação BIM, permitindo construir modelos *as-built* (tal como construído) [12]. Este processo foi utilizado para a modelação 3D de uma capela em São Paulo, tendo-se obtido um desfasamento do modelo *as-built* face ao real de 0,667% (correspondendo em valor real a 0,01 m) [12]. Por outro lado, o *laser scanning* é uma técnica que consiste na utilização de estações *scanner* que emitem feixes de luz direcionados a objetos, obtendo-se dessa forma uma nuvem de pontos. Esta técnica permite registrar mais de um milhão de pontos por segundo com precisão de 0,6 mm a 10 m de distância do foco da estação *scanner* [13]. Os métodos de processamento dessas nuvens

de pontos são semelhantes aos utilizados para a fotogrametria. A resolução dessas nuvens de pontos pode ser controlada – maior resolução implica maiores tempos de captura de pontos pela estação e ficheiros com dimensões maiores [13]. O levantamento por *laser scanning* do laboratório de construções da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) demonstrou a importância de definir *a priori* essa resolução, dado que os potenciais ganhos poderão não ser justificáveis sendo que, a uma distância do alvo de 5 metros, resoluções superiores a 3,1 mm apresentam reduzido ganho de detalhe observável (quando comparado com uma resolução de 3,1 mm, resoluções de 1,6 mm e 0,8 mm correspondem em termos de dimensão de ficheiro a um aumento de 3,5x e 13,8x e, em termos de tempo de levantamento a um aumento de 1,85x e 4x, respetivamente) [13].

A partir da terceira dimensão do BIM, vários autores [14] consideram que a utilização do conceito de dimensões BIM é excessivamente lato, preferindo utilizar o conceito de usos BIM. Considerou-se, no entanto, que a utilização deste conceito e correspondência com usos BIM associados a cada dimensão pode facilitar a compreensão do âmbito da metodologia BIM à semelhança da dimensão 3D. Os usos BIM serão explorados em pormenor em secções seguintes deste documento.

A produtividade de um empreendimento de construção depende substancialmente da eficiência logística; isto é, da entrega de matérias-primas, materiais e equipamentos de uma forma célere e da sua disponibilização no local correto no intervalo temporal adequado. De forma análoga a outros países desenvolvidos, o Reino Unido produziu, em 2012, 200 milhões de toneladas de desperdícios, sendo que mais de metade foram gerados pela indústria da construção, pelo que a falta de qualidade na logística de um ambiente construtivo no que diz respeito à gestão de materiais é um dos grandes contribuidores para os desperdícios do setor. Mais, um estudo concluiu que numa obra, os trabalhadores gastam cerca de 10% do seu tempo a aguardar a chegada de materiais [6].

No entanto, na modelação 3D BIM, os problemas associados ao deficiente planeamento e otimização logística mantêm-se. É estimado que cerca de 70% do planeamento e calendarização tradicionais são irrealizáveis na prática. Esse planeamento recorre a métodos simplificados como algoritmos de caminho crítico ou diagramas de *Gantt*, dificultando a identificação de erros ou sobreposição de atividades que possam surgir [15].

A quarta dimensão do BIM (4D BIM) apresenta-se como uma solução para este problema, associado o planeamento logístico e cronograma da construção ao 3D BIM, permitindo efetuar simulações que visam a identificação de potenciais interferências e ineficiências na calendarização do processo produtivo e planear o ambiente construtivo de uma forma dinâmica [6], [15]. Essas simulações incluem, por exemplo, o recurso à tecnologia de realidade virtual (VR) onde, visualizando os modelos num ambiente imersivo à escala 1:1, se torna mais expedita a identificação de falhas de planeamento e de articulação entre as diferentes especialidades em obra [15]. A utilização de informação de modelos dinâmicos 4D BIM permite ainda o desenvolvimento de algoritmos que podem ser utilizados para planear, de forma automática, os processos construtivos de empreendimentos por construir, priorizando os caminhos críticos das várias atividades a desenvolver e a taxa ótima de afetação de recursos. O desenvolvimento destes modelos permitiu, através da otimização da posição das gruas e restantes elementos do ambiente construtivo num empreendimento, a redução de 37,5% do tempo de operação de gruas [16]. Outros trabalhos de interligação entre as dimensões 3D e 4D incluem o desenvolvimento

de um mapa de processo, onde uma modelação tridimensional em *Autodesk Revit* foi compatibilizada com diagramas de *Gantt* desenvolvidos em *Microsoft Project* e posteriormente exportada para *Autodesk Navisworks* e é realizada a simulação 4D [17].

A quinta dimensão do BIM (5D BIM) corresponde à associação de informação sobre custos aos modelos, sendo esta dimensão aplicável a todo o ciclo de vida [18]. As potencialidades dos softwares de modelação digital permitem já automatizar a quantificação de quantidades, abrindo portas para uma maior interação entre Projetistas e Medidores Orçamentistas dado ambos estarem a trabalhar em simultâneo sobre a base de dados. Inclui-se nessa colaboração a produção de Mapas de Quantidades de Trabalho (MTQ) normalizados de forma automática [18], através do desenvolvimento de *add-ons* com recurso a ferramentas de código permitindo, em casos de estudo, ganhos de eficiência de processos na ordem dos 80% [19].

A sexta dimensão do BIM (BIM 6D) corresponde à utilização dos modelos durante as fases de gestão dos ativos. Informação fidedigna e corretamente estruturada sobre os ativos tal como, localização, especificações, período de garantia, análise do custo de ciclo de vida, calendarizações de manutenção preventiva ou substituição é essencial para apoiar o processo de decisão durante as fases de operação e manutenção [20]. As fases de operação e manutenção correspondem à quase totalidade do ciclo de vida das infraestruturas e cuja percentagem de custos pode atingir 80% dos custos da infraestrutura ao longo desse ciclo de vida [21]. Têm sido desenvolvidos vários mecanismos de integração do BIM no FM (Gestão de Infraestruturas – *Facility Management*), como APIs (*Application Program Interface*) em software de modelação BIM, com vista a exportar informação desses modelos que seja acessível por software de FM [22]. Um caso de estudo de integração BIM–FM para um edifício do Departamento de Engenharia da Universidade de Cambridge [22] consistiu na elaboração de um modelo BIM do edifício e desenvolvimento e integração de um sistema de classificação da informação nesse modelo tendo por base o output funcional dos elementos do modelo. Posteriormente, o modelo foi exportado do software de modelação para um software aberto, utilizando o sistema de classificação criado como referência para essa exportação. Numa fase final, o modelo em formato aberto foi importado numa plataforma web de FM, comprovando a exequibilidade deste procedimento. No entanto, este processo de interligação ainda se encontra numa fase inicial, dificultado pelo uso de sistemas legacy por muitos gestores de ativos.

2.2 Enquadramento histórico

O primeiro registo de desenhos de construção que perduram até aos dias de hoje e que data mais de dois milénios corresponde a esboços marcados em pedra de perfis de colunas e moldes do templo inacabado de Apollo em Didyma, atual Turquia. Desde essa data e, provavelmente anteriormente, edifícios, estradas, portos e mausoléus foram concebidos recorrendo a esboços em papel, papiro ou, no caso de Didyma, em pedra [4]. Este método de conceção de infraestruturas, representado na Figura 2.1, manteve-se em uso até meados da segunda metade do século XX.



Figura 2.1 - Desenho manual pré CAD [4]

O desenho computacional CAD (*Computer-aided design*) surgiu nos anos 60 do século XX [10] como um conjunto de ferramentas para a substituição direta de práticas manuais vigentes na indústria [23]. Na sua génese, era frequentemente adotado por equipas dentro das organizações que não estavam envolvidas no processo de conceção análise de soluções de projeto, dificultando a partilha de informação e tornando o processo de adoção moroso [23]. A decisão de adotar o CAD de forma generalizada prendeu-se com ganhos na produção, precisão e facilidade na atualização de peças desenhadas [23]. Iterações mais recentes do CAD já permitem visualização 3D e deteção de interferências nos desenhos [23].

A evolução de desenhos 2D para modelação de objetos 3D abriu o caminho da transição para a modelação orientada por objetos característica do BIM [23]. O BIM distingue-se do CAD no sentido em que permite utilizar bases de dados pré-definidas de objetos, definir novos objetos e alterar os respetivos parâmetros, armazenar toda a informação de uma infraestrutura num repositório único e extrair, de forma expedita, informação sobre diferentes aspectos dessa infraestrutura (e componentes associados) [8].

O termo *Building Information Model* foi utilizado pela primeira vez em 1992 [24] e tem sido, desde 2003, aceite de forma generalizada por todos os intervenientes do setor AECO [4]. Atualmente, a definição *Building Information Model* (que pretendia modelar as características físicas e funcionais das estruturas) tem vindo a ser progressivamente substituída por *Building Information Modelling* (que engloba também os processos que permitem gerar esses modelos, de forma a servir todos os intervenientes envolvidos) [25].

2.3 Paradigma e normalização internacional

Para apoiar a gestão eficiente da informação em contexto BIM, várias normas internacionais foram já desenvolvidas. Destaca-se o trabalho do Comité Técnico 59/Subcomité 13 (TC 59/SC 13 – *Technical Committee 59/Subcommittee 13*) que, sob a alçada da Organização Internacional para a Normalização (ISO – *International Organization for Standardization*), tem vindo a trabalhar, desde 1988, na organização e digitalização da informação no contexto do setor AECO, incluindo a temática BIM [26], [27]. Como resultado, o relatório técnico (*technical report*) ISO/TR 14177, publicado em 1994, forneceu [27]:

- I. As bases para aumentar a eficiência do fluxo de informação durante a conceção, execução e gestão de infraestruturas;
- II. Diretrizes para organizar a informação da indústria.

A experiência adquirida pela implementação dos princípios referidos nesse relatório técnico potenciou o desenvolvimento da norma EN ISO 12006-2 [27], [28], com a primeira edição publicada em 2001. A segunda edição (atualmente em vigor), publicada em 2015, tem como objetivos principais [27]:

- I. Auxiliar a troca de informação entre aplicações ao longo do ciclo de vida dos ativos;
- II. Definir uma base de trabalho para o desenvolvimento de sistemas de classificação da informação adaptados ao ambiente construído, sugerindo um conjunto de tabelas e, de uma forma genérica, o conteúdo das mesmas para o universo dos objetos que compõem o ambiente construtivo (esta temática será abordada novamente no curso desta dissertação).

Recentemente, vários documentos normativos têm vindo a ser desenvolvidos como forma de dar resposta à aplicação crescente da metodologia BIM. Destaca-se a norma EN ISO 19650-1:2018 [29] com foco na gestão de informação relativa a edifícios e obras de construção civil que sigam a metodologia BIM. Na parte 1 da norma EN ISO 19650, a metodologia BIM é abordada no seu sentido mais lato, com a definição dos princípios inerentes à gestão de informação (requisitos na produção de informação, níveis de maturidade para a manipulação e uso dessa informação, qualidade e nível de informação necessária para as fases de entrega e respetivo planeamento associado). Aborda ainda os princípios e estrutura base do trabalho numa plataforma colaborativa e as responsabilidades expectáveis dos intervenientes no processo BIM [29]. Por seu lado, a parte 2 da norma referida, EN ISO 19650-2:2018 [30], aborda a gestão de informação do ponto de vista processual e os mecanismos para a produção e entrega documental com o objetivo de ser aplicável a todos os ativos ao longo do seu ciclo de vida, independentemente do tipo de entregáveis, dimensão das organizações e estratégias de contratação. Aborda também os protocolos para a produção colaborativa de informação, avaliação da qualidade dos entregáveis produzidos, processos de revisão de entregáveis e aprovação para partilha com terceiros e o arquivamento de informação obsoleta. Mais ainda, enquadra e define o conteúdo de documentos cruciais à implementação BIM (para entidades adjudicantes e adjudicatários), como:

- I. Os Requisitos de Trocas de Informação (EIR – *Exchange Information Requirements*) que compila as exigências da entidade adjudicante no que ao BIM diz respeito e que pode ser suficientemente genérico para ser aplicável a todos os empreendimentos BIM a executar;
- II. O Plano de Execução BIM (BEP – *BIM Execution Plan*) que dá resposta ao EIR, contém especificidades do empreendimento BIM executado e é desenvolvido pelos adjudicatários;
- III. O TIDP (*Task Information Delivery Plan*) a desenvolver por cada um dos adjudicatários de um empreendimento BIM e que contém informação relativa às responsabilidades de cada um dos envolvidos, a previsão de prazo de produção/entrega de informação e o nível de desenvolvimento necessário para levar a cabo essa estratégia de produção de informação;
- IV. O MIDP (*Master Information Delivery Plan*) que agrupa a informação de todos os TIDP produzidos e cujo *template* é fornecido pela entidade adjudicante.

A norma contém também, em anexo, um *template* de matriz das responsabilidades a assumir pelos intervenientes nos processos BIM, uma codificação de ficheiros para as várias áreas que contêm os blocos de informação (*information containers*) com vista ao trabalho colaborativo e um conjunto de metadados (*metadata*) a associar a cada uma dessas áreas de informação. Estes temas serão

abordados em detalhe nos capítulos subsequentes desta dissertação. Por seu lado, a EN ISO 19650-3:2020 [31] aborda os requisitos de informação para as fases de operação e manutenção dos ativos e as trocas de informação em contexto BIM aplicáveis a essas fases.

A norma EN ISO 19650-2:2018 refere que os modelos de informação devem ser partilhados em formato aberto IFC (*Industry Foundation Classes*), para fazer face à falta de interoperabilidade entre diferentes softwares e, assim, assegurar que não existe perda de informação. A norma EN ISO 16739-1:2018 [32] define as características desse formato com vista à sua utilização em processos BIM.

A norma EN ISO 17412-1:2020 [33] indica os conceitos e princípios para especificar o nível de informação necessária durante todo o ciclo de vida dos ativos e para cada ativo de forma individual, de modo que esse seja consistente entre projetos como complemento à informação já referida na EN ISO 19650. O nível de informação necessário referido na norma inclui a definição da qualidade, quantidade e granularidade dos dados geométricos, alfanuméricos e documentais que constituem os modelos. Pretende-se assim auxiliar a definição da informação a ser trocada para dar resposta ao EIR da entidade adjudicante [33].

Salienta-se também a relevância da ISO 22274:2013 [34], onde são definidos os princípios estruturantes para o desenvolvimento e internacionalização de sistemas de classificação da informação. Nessa norma é abordado o conceito de classes (que agregam informação que com um determinado conjunto de características em comum) e a sua organização adotando um conjunto de regras pré-definidas. Apresenta ainda as características, vantagens e desvantagens dos vários tipos de sistemas de classificação descritos em pormenor em capítulos seguintes desta dissertação:

- I. Classificação enumerativa que procura listar a informação aplicada a uma determinada área através de hierarquias;
- II. Classificação por facetas que permite a adoção de vários tipos distintos de classificação a um único objeto;
- III. Classificação hierárquica e facetada que combina características dos dois tipos de classificação indicados.

Igualmente no contexto da classificação, a norma ISO/IEC81346 [35] propõe um esquema para classificar objetos para distintas áreas (engenharia civil, mecânica, elétrica e outras como indústria da energia, química, naval, etc.) correspondendo letras a classes (e.g. letra F designa a classe de objetos para proteção contra os efeitos de condições perigosas ou indesejáveis). Uma combinação de várias letras permite obter subclasses com uma maior granularidade (e.g. FM designa objetos de proteção contra incêndio e uma das subclasses, FMA, designa objetos de proteção contra incêndio que interrompem a circulação de ar ao detetarem um incêndio).

Refere-se ainda a relevância das normas EN ISO 23386 [36] e EN ISO 23387 [37] para a implementação BIM. A primeira aborda o conceito de dicionários de dados interconectados (*interconnected data dictionaries*) para os parâmetros que constituem os modelos digitais e a necessidade de definir um conjunto de campos para cada um desses parâmetros como descrição do parâmetro, exemplos elucidativos, tipo de parâmetro (*string*, URL, lista com filtro, valor único, etc.) e lista de valores possíveis. A segunda introduz o conceito de *data template* que permite agrregar esses

conjuntos de parâmetros em estruturas de dados normalizadas. Estas temáticas serão aprofundadas no decurso da presente dissertação.

Em complemento às normas referidas, existem outras como a ISO 29481-1:2016, ISO 29481-2:2012 ou ISO 21597-2:2020 que, apesar de referentes à metodologia BIM, não se enquadram no âmbito desta dissertação.

A nível europeu, a resposta às normas ISO referidas é dada pelo Comité Europeu de Normalização que, através do Comité Técnico 442 (CEN/TC 442 – *Technical Committee 442*), tem como função a transposição das normas ISO a normas europeias (EN ISO), de forma a especificar as metodologias para definir digitalmente, descrever, trocar, monitorizar, registar e assegurar a troca de informação relativa aos ativos, semânticas e processos associados ao BIM para todo o setor AECO europeu. Algumas medidas propostas incluem o desenvolvimento de especificações relacionadas com a entrega de informação em contexto BIM, harmonização de parâmetros a atribuir aos produtos da construção e dos vários sistemas de classificação em uso a nível europeu com vista a que o setor europeu seja mais eficiente, sustentável e transparente [1].

2.4 Paradigma e normalização nacional

A nível nacional, o IPQ (Instituto Português da Qualidade), é um organismo integrado na administração indireta do Estado Português que, como Organismo Nacional de Normalização, tutela a produção de Normas Portuguesas, garante a atualização do acervo normativo nacional, a adaptação de normas ISO e/ou EN à realidade portuguesa e a promoção do ajustamento da legislação nacional sobre produtos na União Europeia (UE).

Em termos de BIM, a Comissão Técnica (CT) 197, *mirror committee* do CEN/TC 442, está mandatada para essa implementação em Portugal, sendo coordenada pelo BuiltColab e tendo sido constituída pelo IPQ em 2015 [38]. Os *mirror committee* são comissões nacionais que representam os interesses dos respetivos países em relação a temáticas discutidas por organizações internacionais [38].

O objetivo da CT197 é oferecer um conjunto estruturado de normas, especificações e relatórios que descrevem metodologias para definir, implementar e monitorizar o BIM e gerir toda a informação que lhe é inerente [39], neste caso aplicada ao setor AECO português.

À data, a CT197 tem empenhado esforços consideráveis na tradução de documentos normativos internacionais (ISO referentes ao BIM) para língua portuguesa e produção documental com vista à orientação de organizações para a implementação BIM. Relativamente aos documentos normativos, destaca-se a publicação pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ) da Especificação Técnica denominada por *Plano de execução BIM (BEP) - Especificação da estrutura do documento*, em março de 2023, onde é definida a informação e respetiva estrutura que deve ser respeitada no desenvolvimento dos BEP, com aplicação tanto por entidades adjudicantes como adjudicatários [40]. Relativamente aos documentos de orientação para a implementação BIM, destaca-se a publicação, em 2017, do Guia da Contratação BIM cujo objetivo é fomentar a contratação nesta metodologia e apoiar a sua correta aplicação, sendo um documento de apoio ao meio técnico envolvido na formação e execução de contratos de desenvolvimento de processos e metodologias BIM [41].

Não obstante o desenvolvimento do Guia da Contratação BIM, a inclusão da metodologia BIM na legislação da contratação pública continua a ser praticamente inexistente, não sendo ainda possível no plano jurídico dar resposta às exigências complexas do BIM. O Código dos Contratos Públicos (CCP) [42], cuja última alteração data de 2023 (Decreto-Lei n.º 54/2023, de 14 de julho) contém apenas uma referência genérica a esta metodologia, salientando a relevância da “utilização de meios eletrónicos específicos de modelização eletrónica de dados de construção para a execução de empreitadas”. A nova Portaria n.º 255/2023, de 7 de agosto [43] que substitui a Portaria n.º 701-H/2008, de 29 de julho [44], aprofunda essas referências e define o BIM no quadro legislativo português com a inclusão dos modelos de informação nas telas finais e a possibilidade de contratação de um BEP, à consideração das entidades contratantes (não define a obrigatoriedade na utilização do BIM).

2.5 Implementação BIM a nível internacional

Um relatório da *McGraw Hill Construction* de 2016 relativamente à implementação BIM a nível internacional (para a Alemanha, França, Reino Unido, EUA, Canadá, Brasil, Japão, Coreia do Sul, Austrália e Nova Zelândia) analisou a adoção BIM do setor AECO nesses países, tendo verificado que 36% dos prestadores de serviço tinham baixa adoção BIM e 28% tinham alta ou muito alta adoção BIM, prevendo-se que esse valor seja, à data, consideravelmente mais elevado [45]. O aumento da maturidade no trabalho em BIM no panorama internacional trouxe a publicação de guias e *standards* para disseminação desta metodologia como, por exemplo, o *National BIM Standard, Level of Development Standards* do BIMForum ou o *Owner's BIM Guide* da Universidade da Pensilvânia [45]. Salientam-se ainda outros guias orientadores relevantes, nomeadamente documentos de aplicação de sistemas de classificação da informação da construção para uma organização gestora de redes ferroviárias na Austrália [46], guias orientadores de implementação BIM para a ferrovia em Espanha [47]–[50], para portos de Espanha [51] e para a construção de túneis na Alemanha [52].

Em termos estatais, o Reino Unido foi um dos pioneiros na implementação BIM, com a criação de uma diretiva para que a contratação pública passasse a exigir a obrigatoriedade de entrega de modelos BIM, incluindo entrega de toda a informação relevante para a gestão dos ativos, documentação e dados [11]. Para fazer face a este complexo processo, o governo britânico criou um grupo de trabalho (BIM Task Group) para assistir o governo, clientes, prestadores de serviço e empreiteiros na transição das práticas de trabalho vigentes para o BIM e produção de entregáveis digitais [11]. Este processo disruptor do setor AECO britânico acelerou a implementação BIM. Um estudo comparativo revelou que 100% dos donos de obra do Reino Unido compreendem as vantagens e potencialidades dos usos BIM na fase de conceção, enquanto esse valor é de apenas 28% para os donos de obra dos EUA [45]. Mais, na fase de entrada em vigor da diretiva britânica, 65% do setor público desse país e 70% do setor privado exigiam a utilização BIM em novos projetos, enquanto esses valores eram de 30% e 11%, respetivamente, para o setor americano [45].

De forma análoga, também os países escandinavos (Dinamarca, Finlândia e Noruega) têm em curso diretrizes nacionais de obrigatoriedade de utilização da metodologia BIM. As políticas entre estes países são divergentes; enquanto no caso dinamarquês a diretiva é mais lata (define objetivos para a utilização da informação produzida em contexto BIM, mas deixa a cargo da indústria a decisão sobre o melhor

método para produzir os entregáveis decorrentes dessa informação), no caso finlandês e norueguês as diretrivas são mais taxativas e centradas na produção de entregáveis em formato aberto IFC em várias fases críticas do projeto BIM [45].

A diretiva estatal da Coreia do Sul começou por, em 2010, exigir a utilização do BIM para todos os projetos públicos acima de 27,6 milhões de dólares sendo que, a partir de 2016, essa obrigatoriedade transitou para todos os projetos, independentemente do seu custo [45].

No caso de Singapura, a diretiva implementada definiu, em 2012, a obrigatoriedade no uso do BIM para todos os empreendimentos com uma área total superior a 20.000 m², com o objetivo de baixar esse valor para 5.000 m² a partir de 2015 [45]. A autoridade para a construção em Singapura (BCA – *Building Construction Authority*) indicou que a adoção do BIM no setor AECO cresceu de 25% para 75% em 2013 [45].

Existe ainda um conjunto de países sem diretrivas BIM estatais, mas com guias orientadores de implementação, como o caso dos EUA. A implementação BIM no setor AECO americano, nomeadamente o trabalho utilizando *templates* e formatos abertos, está a cargo de dois organismos: a GSA (*General Services Administration*) e USACE (*U.S. Army Corps of Engineers*) [45].

2.6 Implementação BIM a nível nacional

Portugal é um dos países da Europa onde a implementação BIM, quer na indústria, quer no meio académico se encontra numa fase mais preliminar. Várias razões podem ser apontadas [53]–[55] como os escassos apoios financeiros e governamentais, falta de legislação normativa de suporte à implementação, falta de profissionais qualificados, custos inerentes à implementação, problemas de comunicação entre os diferentes agentes do setor AECO português e fraco investimento em novas potencialidades tecnológicas. Salienta-se também um desconhecimento generalizado de aplicação da metodologia BIM [53], o que conduz a uma falta de clareza na definição de requisitos por parte dos clientes (entidades públicas ou privados) para a execução de empreendimentos segundo BIM.

Não obstante, existe já alguma mobilização da indústria para a implementação BIM. Em termos de procedimentos de implementação macro, destacam-se os esforços de um Grupo de uma construtora nacional na implementação BIM em toda a organização, sendo essa constituída por várias empresas especializadas nas seguintes áreas: edificações, instalações elétricas, ar condicionado, infraestruturas hidráulicas e ambiente [56]. A estratégia passou por:

- I. Na fase 1 pelo diagnóstico do estado atual de maturidade na organização (incluindo competências e qualificações BIM dos colaboradores e adequação do parque tecnológico e processos à realidade deste método de trabalho). Os resultados foram representados numa matriz de maturidade onde foram identificadas as expectativas e riscos de implementação do BIM na organização;
- II. Na fase 2 pela criação do Plano de Implementação BIM (BIP – *BIM Implementation Plan*), sendo este um documento que compila os resultados da fase 1 e indica as formações necessárias dos colaboradores, orienta sobre o investimento em software e hardware necessários, propõe as alterações necessárias ao funcionamento da organização (através da

adaptação dos mapas de processo das várias áreas) e culmina num cronograma detalhado com as etapas necessárias para atingir os objetivos a curto, médio e longo prazo;

- III. Na fase 3 com a formação especializada dos técnicos da organização;
- IV. Na fase 4 com a execução de 2 projetos piloto, um edifício e uma estação de tratamento de água.

Em paralelo com estas 4 fases, pretendia-se que, durante o processo de implementação BIM, fosse desenvolvida documentação, *templates* e uma biblioteca de objetos para uso pela organização.

Relativamente a trabalhos específicos relacionados com softwares BIM, destaca-se o desenvolvimento de *add-ons*, por uma consultora nacional, para automatizar a extração de quantidades de modelos BIM no software *Navisworks* e passagem automática da informação contida nos objetos desses modelos para folhas de dados, gerando Mapas de Quantidades de Trabalho (MTQ) do empreendimento [18]. De forma análoga e com vista à redução de etapas manuais e semiautomáticas dos métodos BIM, um atelier de arquitetura português desenvolveu um *add-on* para extração de informação dos modelos BIM em *Revit* dessa especialidade, coordenando-a com uma base de dados em *Access* (que contém especificações técnicas da organização) e produzindo MTQs e estimativas de custos preliminares de forma automática [19].

Outro exemplo é a utilização da metodologia BIM para a construção dos túneis do plano de drenagem de Lisboa, uma das obras de maior envergadura na cidade nas últimas décadas [57]. Esta obra corresponde à primeira empreitada promovida pela Câmara Municipal de Lisboa (CML) no âmbito da contratação BIM, com a definição dos requisitos de informação em fase de contratação e desenvolvimento do BEP após início do contrato [57]. O objetivo deste projeto em BIM é, não só poder utilizar os modelos como apoio às fases de operação e manutenção, mas também otimizar a gestão dos trabalhos de conceção e execução da obra e poder utilizar os modelos como controlo e eventual revisão das múltiplas dimensões da mesma [57]. A modelação foi desenvolvida em Autodesk *Revit*, tendo sido necessário desenvolver *add-ons* que dessem resposta às especificidades de modelação de uma infraestrutura linear deste tipo, que não eram asseguradas pelas ferramentas *standard* disponíveis no software. De entre os múltiplos *add-ons* desenvolvidos, refere-se a modelação automática do túnel e soleira a partir do traçado em planta e perfil vertical (permitindo a segmentação do túnel em troços e facilitando a manipulação do modelo), a criação automática de cortes ou planos de referência ao longo do traçado do túnel ou a conversão de perfis geológicos em objetos tridimensionais modelados ao longo do traçado do túnel [57].

2.7 Benefícios e desafios da implementação

Um relatório publicado pela *McGraw Hill Construction*, com vista a analisar as tendências globais do setor AECO (analisada a indústria da construção de 10 países: Austrália, Brasil, Canadá, França, Alemanha, Japão, Nova Zelândia, Coreia do Sul, Reino Unido e EUA) refere que os empreiteiros desses países consideram que os maiores benefícios do BIM para as suas organizações advém da [11]:

- I. Redução de erros e omissões (41%) – com destaque para a possibilidade de utilizar de visualizações tridimensionais que facilitam a compreensão dos projetos por todos os intervenientes [45];

- II. Melhoria do processo colaborativo entre diferentes intervenientes (35%) – a integração de toda a cadeia de valor no processo BIM facilita a transmissão de entregáveis ao longo do projeto, obra e transmissão de informação para a fase de gestão de ativos;
- III. Melhoria na imagem das organizações (32%) – utilização do BIM pelas empresas como estratégia de *marketing* para novas oportunidades de negócio, serviços ou publicitação de existentes a fim de estabelecer novas parcerias;
- IV. Diminuição da quantidade de alterações em obra (31%) – durante a fase de obra, a utilização dos modelos BIM diminui os imprevistos em obra associados a erros de projeto, problemas de coordenação ou erros construtivos [45];
- V. Maior controlo de custos/previsibilidade da obra (21%) – Esse relatório analisou o Retorno de Investimento (ROI – *Return of Investment*) para o setor AECO dos países referidos. Apesar de não existir uma métrica estabelecida para medição do ROI na implementação BIM (foram utilizadas métricas como redução de custos, aumento da produtividade, lucro, número de pedidos de esclarecimento durante a obra, alterações ao empreendimento, satisfação de clientes e disruptão no processo construtivo), cerca de 75% de todos os empreiteiros reportaram um ROI positivo no investimento em BIM [11]. Esse ROI é tanto maior quanto maior for o entrosamento da metodologia BIM nas organizações (90% das firmas com um grande envolvimento na metodologia BIM possuem ROI positivo, enquanto esse valor é de 65% para firmas com baixo envolvimento na metodologia BIM) [11]. A questão financeira é, uma das vertentes mais relevantes da metodologia BIM. A adoção do BIM e ferramentas de modelação paramétrica permitiu identificar situações problemáticas na fase de conceção, o que levou a uma poupança de 800 mil libras num projeto de 20 milhões de libras [45];
- VI. Redução da duração da obra (19%) – a calendarização de tarefas e processos construtivos durante a fase de projeto e obra potenciam um maior cumprimento dos prazos estipulados, face ao trabalho por métodos tradicionais [45];

Salienta-se ainda que existem potencialidades das novas ferramentas BIM em fase de conceção (como análise energética ou pegada carbónica), que também contribuem para a execução de modelos com maior qualidade [45].

Um estudo realizado [55] identificou o elevado investimento (em *hardware* e *software*), formação de trabalhadores, não exigência da utilização da metodologia BIM por parte de clientes, parceiros ou entidades reguladoras e a resistência à mudança por parte dos intervenientes como as principais barreiras à implementação BIM em empresas do setor AECO do Norte de Portugal, reforçando a necessidade de consciencializar os Donos de Obra para os benefícios desta metodologia.

Outros desafios da implementação advêm de resistências à utilização de usos BIM com comprovado valor acrescentado como a extração de quantidades dos modelos. Para este uso específico, tal deve-se à elevada importância das medições, consequência de erros, responsabilidade atribuída ao modelador e práticas enraizadas e aceites na indústria [18].

2.8 O processo de implementação BIM

Para a correta implementação da metodologia BIM em organizações, é necessário que seja acautelado um conjunto de requisitos e desenvolvido um conjunto de documentação relevante para formar os alicerces desse processo de implementação. Nomeadamente, exige a preparação das organizações para a utilização do BIM, alinhando os objetivos aos usos BIM atingíveis (e.g. redução de custos, maior celeridade na execução de projetos, redução de trabalhos a mais, etc.), garantindo que as capacidades e ferramentas tecnológicas das organizações, clientes e parceiros são compatíveis, definindo cargos e responsabilidades alinhados com os objetivos BIM e capacitando tecnicamente os elementos das organizações de forma a conseguir dar resposta à estratégia de implementação definida [45].

No presente capítulo é feita uma revisão de alguns dos principais conceitos que devem ser tidos em consideração no processo de implementação

2.8.1 Definição de requisitos de informação

A metodologia BIM e as tecnologias de informação têm vindo a transformar o setor AECO, promovendo a criação de ambientes digitais que fomentam as trocas de informação e potenciam a digitalização de processos, suportados por modelos digitais [58].

Nesse sentido, surge a necessidade de definir corretamente os requisitos dessa informação pelo que as entidades requerentes devem entender que informação sobre os seus ativos ou projetos é necessária para apoiar os objetivos organizacionais ou de projeto [58]. Esses requisitos devem ser expressos a outras organizações ou intervenientes que têm de conhecê-los para especificar e desenvolver o seu trabalho [58].

A norma EN ISO 19650, nas suas partes 1 e 2, estabelece as regras para a gestão dessa informação produzida ao longo de todo o ciclo de vida de um ativo construído [58]. Com efeito, na parte 1 da norma são definidos diferentes tipos de requisitos de informação, sendo proposta a definição de processos assente num conjunto de documentos com diferente abrangência de acordo com o indicado na Figura 2.2, nomeadamente [29]:

- I. Requisitos de Informação da Organização (*Organizational Information Requirements – OIR*);
- II. Requisitos de Informação dos Ativos (*Asset Information Requirements – AIR*);
- III. Requisitos de Informação do Projeto (*Project Information Requirements – PIR*);
- IV. Requisitos de Trocas de Informação (*Exchange Information Requirements – EIR*).

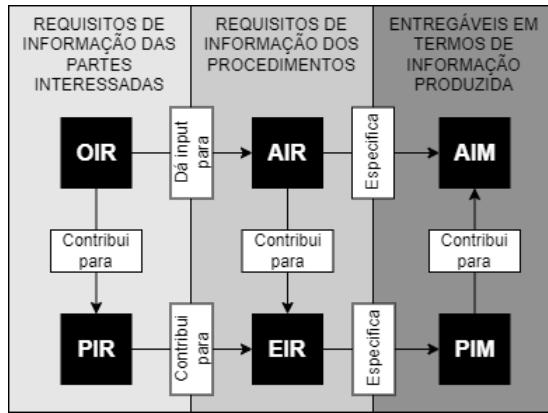


Figura 2.2 - Hierarquia de requisitos de informação, adaptado de [29]

O OIR define a informação necessária para responder ou informar os objetivos estratégicos de alto nível dentro da entidade requerente [29]. Indica as linhas orientadoras gerais da organização onde são definidas, por exemplo, as políticas empresariais da organização, a definição da estratégia de negócio ou de gestão de ativos [29].

O AIR define aspectos técnicos e de processos BIM relacionados com a produção de informação associada à fase de gestão de ativos, devendo ser expresso de forma que possa ser incorporado nos compromissos de gestão de ativos para apoiar a tomada de decisão organizacional [29]. Estabelece, assim, os aspectos de gestão, comerciais e técnicos da produção de informação sobre os ativos [29]. Os aspectos de gestão e comerciais devem incluir o padrão de informação e os métodos e procedimentos de produção a ser implementados pelas equipas de desenvolvimento, enquanto os aspectos técnicos especificam essa informação detalhada para responder aos aspectos do OIR relacionados com o ativo [29].

O PIR define os aspectos estratégicos gerais a adotar para empreendimentos específicos, indicando a informação necessária para dar resposta aos objetivos estratégicos de alto nível da entidade requerente em relação a esse empreendimento [29]. Pode ser desenvolvido de forma genérica pelas entidades adjudicantes, de forma a poder ser aplicado a todos os empreendimentos a executar [29].

O EIR define o conjunto de requisitos técnicos, comerciais e de gestão de processos que devem ser tidos em conta na produção de informação [29]. Os aspectos técnicos devem especificar, em detalhe, a informação necessária para dar resposta ao PIR [29]. Os requisitos comerciais e de gestão devem incluir as normalizações de produção de informação que devem ser consideradas, bem como os métodos de produção e processos a implementar pelos adjudicatários no desenvolvimento dos empreendimentos BIM [29]. O EIR é um documento onde a entidade adjudicante define os requisitos que os adjudicatários devem cumprir na temática BIM e que fornece a informação necessária para estes desenvolverem os Planos de Execução BIM (*BIM Execution Plan – BEP*), pelo que deve ser um anexo ao Caderno de Encargos no lançamento de novos procedimentos em BIM.

Estes documentos correspondem à base de desenvolvimento dos seguintes modelos de informação:

- Modelos de Informação de Projeto (*Project Information Model – PIM*);
- Modelos de Informação de Ativos (*Asset Information Model – AIM*).

O PIM corresponde a modelos de apoio à execução dos empreendimentos BIM, contribuindo para o desenvolvimento do AIM [29]. O PIM deve ser armazenado na sua versão final, correspondendo essa

versão ao modelo tal como construído (modelo *as-built*), substituindo as tradicionais Telas Finais. O PIM pode conter detalhes geométricos do empreendimento BIM, localização e detalhes de equipamentos e sistemas instalados, requisitos de performance durante a fase de projeto, métodos construtivos adotados, cronogramas de planeamento de trabalhos, custos e requisitos de operação e manutenção incorporados durante a fase de projeto ou obra [29].

O AIM corresponde a um modelo de apoio os processos de gestão dos ativos a partir do que for definido pela entidade adjudicante. Pode conter informação como códigos de equipamentos (e.g. números de etiqueta ou códigos interligados com software específico de gestão de ativos), custos de manutenção acumulados ao longo do tempo, registo da instalação dos ativos, datas de manutenção preventiva e outros detalhes definidos pela entidade adjudicante como sendo relevantes [29].

2.8.2 Nível de informação necessária

A gestão da informação é transversal a todas as fases do ciclo de vida dos ativos e é um dos pilares da metodologia BIM, salientando-se, no entanto, que apenas a informação relevante deverá ser tornada disponível às partes envolvidas [58].

A norma EN ISO 17412-1:2020 define o nível de informação necessária como a extensão e granularidade de informação, de forma a evitar a entrega de uma quantidade excessiva e desnecessária de informação [33]. Nesse documento normativo é salientada a necessidade de especificar a finalidade e forma de produção de informação, quando é que essa informação deve ser produzida e quais os atores envolvidos no processo de produção de informação [33].

Um objeto BIM corresponde a um elemento ou componente num modelo digital que pretende ser uma representação do mundo real. Dessa forma, a informação associada aos objetos BIM pode ser de três tipos distintos [33], [59]:

- I. Informação geométrica – certos objetos como “revestimentos” podem não ter geometria associada, uma vez que fazem parte de outros objetos, correspondendo apenas a características visuais do modelo BIM. O seu detalhe deve ser ajustado para a fase do empreendimento e uso BIM pretendido (e.g. uma porta pode ter um detalhe geométrico baixo se o objetivo for uma análise estrutural com abertura de vãos ou um detalhe superior se for pretendido criar uma visualização para apresentar ao cliente).
- II. Informação não geométrica – assume um papel preponderante na metodologia BIM e corresponde a informação dos objetos descrita por sistemas de classificação de informação, nomenclaturas (e.g. codificação de ficheiros indicada na norma EN ISO 19650-2 [30]), estruturas de dados (como o formato IFC e COBie) ou parâmetros normalizados tais como “resistência à compressão” ou “altura manométrica”. Este tipo de informação deve permitir a leitura por sistemas informáticos (*machine readable*) para que os softwares de âmbito BIM consigam interpretar os valores atribuídos a esses parâmetros, tê-los em conta em simulações e cálculos de dimensionamento e trocar essa informação com outros softwares.
- III. Documentação – como catálogos, registo fotográficos, especificações, certificações e recomendações de boas práticas de aplicação de materiais ou manuais de exploração.

O detalhe da informação gráfica incrementa ao longo do projeto e, posteriormente, no decurso da obra. Durante a fase de exploração das infraestruturas, as necessidades de detalhe geométrico podem ser inferiores ao detalhe dos modelos *as-built* entregues no final da obra [49]. Por outro lado, a quantidade de informação não-geométrica e documentação tem tendência a aumentar progressivamente, quer durante a fase de desenvolvimento, quer durante a fase operacional [49].

2.8.3 Fluxos de processos de trabalho (*workflow*)

Os métodos de trabalho do setor AECO em projeto ainda se caracterizam pela fragmentação de partes que deveriam funcionar como um todo. Tradicionalmente, os trabalhos de arquitetura são desenvolvidos em “ateliers” que prestam exclusivamente serviços de arquitetura. No caso das restantes especialidades, grande parte dos gabinetes não contemplam nos seus quadros engenheiros para todas as áreas da engenharia, recorrendo por norma a processos de subcontratação [60]. Mais, a figura de coordenador de projeto prevista na Portaria n.º701-H/2008, de 29 de julho [44], e mantida na recente Portaria n.º 255/2023, de 7 de agosto [43], responsável pela compatibilização de todo o projeto, nem sempre é assumida pelas entidades dado os custos e responsabilidades associadas, sem evidentes retornos financeiros tangíveis [60]. Este facto leva muitas vezes a descoordenação entre as partes e a todas as imprevisibilidades que daí advém, como incompatibilidades de modelação entre especialidades detetadas em fases tardias dos empreendimentos.

Dessa forma, torna-se premente definir claramente os processos BIM com vista ao sucesso do empreendimento e retirar o maior valor acrescentado possível da implementação desta metodologia de trabalho. Cada um desses processos BIM define um procedimento de transformação com vista a obter um determinado conjunto de resultados sendo que, a forma como esses processos se relacionam pode ser representada graficamente constituindo assim um mapa de processos [60].

O Guia *BIM Project Execution Planning Guide* [61] explora com detalhe a criação desses mapas de processo de aplicação BIM, propondo a criação de dois níveis distintos de mapas:

- I. Mapas de nível I que definem a interação entre os usos BIM definidos para o empreendimento e as trocas de interação ao nível macro das organizações e que ocorrem durante o ciclo de vida dos ativos;
- II. Mapas de nível II que especificam em detalhe os processos que devem ser desencadeados e levados a cabo para atingir os usos BIM definidos para o empreendimento. Definem ainda as entidades responsáveis por cada etapa do mapa de processo e as trocas de informação a desenvolver nessas etapas.

O guia referido apresenta ainda um conjunto de 16 usos BIM e propostas de mapas de processo a associar a esses usos BIM. Os mapas desenvolvidos nesse guia seguem a notação BPMN 2.0 (*Business Process Modeling Notation*) [61], a fim de obter mapas de processo normalizados, que sigam uma notação de fácil interpretação por toda a cadeia de valor e que tenham adoção generalizada em diferentes áreas de negócio e indústrias [62].

A nível internacional, o desenvolvimento de mapas de processo está mais generalizado. A título exemplificativo, destacam-se os mapas criados pela entidade espanhola *Puertos del Estado* para 13 usos BIM identificados como relevantes para essa entidade [51], os mapas criados para 20 usos BIM

identificados pela entidade pública de gestão de infraestruturas rodoviárias *Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana* (FGV) [48] e os 5 mapas de processo identificados no guia BIM desenvolvido pelo projeto *Rail Baltica*, que tem como objetivo a integração das linhas ferroviárias dos países bálticos na rede europeia.

A nível nacional, destaca-se a criação de mapas de processo de nível I para cada uma das fases definidas na Portaria n.º 255/2023 (programa base, estudo prévio, anteprojeto, projeto de execução e assistência técnica) [60]. A montante destas foi ainda considerada uma outra fase de nominada por “trabalhos preparatórios” que pretende fazer a ligação com todo o processo de contratação. Estes mapas focam-se na comunicação entre os vários intervenientes e na informação a partilhar (desde peças escritas, desenhadas, modelos BIM e requisitos do BEP), prevendo ainda a utilização de uma plataforma de gestão documental que cumpra as regras definidas no Guia da Contratação BIM [60].

Em complemento aos mapas de processo referidos, salienta-se também que a norma EN ISO 19650-2, em função da sua utilização pelos intervenientes do empreendimento BIM ao longo do seu ciclo de vida, apresenta um conjunto de mapas de processos genéricos com o objetivo de poderem ser implementados em estruturas organizacionais de entidades. Incluem mapas de processo que abordam todo o processo, desde o convite à apresentação de respostas, a resposta a esse convite, o processo de contratação, a produção colaborativa de informação, os métodos de entrega do modelo de informação, a entrega final do projeto e o arquivo de informação e os métodos de gestão de informação durante a fase de gestão dos ativos.

2.8.4 Interoperabilidade entre sistemas

O BIM pode ser definido como uma representação digital partilhada do ambiente construído assente em formatos abertos com vista à interoperabilidade de sistemas [7]. O défice de interoperabilidade é uma das principais barreiras a ultrapassar na adoção do BIM dado que todo o enquadramento teórico desta metodologia pressupõe que os dados (*data*) podem ser trocados entre diferentes *softwares* [7]. Um estudo realizado nos EUA em 2004 concluiu que o custo anual associado à falta de interoperabilidade entre sistemas do setor AECO era, à data, superior a 15 mil milhões de dólares [8]. A norma ISO 17788:2014, relativa à computação na nuvem, define interoperabilidade como a capacidade para dois ou mais sistemas ou aplicações trocarem informação e mutuamente utilizarem a informação trocada [63], facilitando a automação de processos e evitando a reintrodução de dados idênticos [7], sendo os dois principais tipos a interoperabilidade sintética e a semântica.

A interoperabilidade sintética permite que dois ou mais sistemas utilizem formatos de dados e protocolos interconectáveis capazes de comunicar entre si sem que, no entanto, esses sistemas interpretem os dados trocados de uma forma lógica [7]. Por outro lado, a interoperabilidade semântica define se um sistema tem capacidade para interpretar a informação trocada e produzir resultados úteis para os utilizadores de ambos os sistemas [7]. Nesse sentido, a promoção da interoperabilidade semântica em contexto BIM tem uma importância crucial na implementação desta metodologia [7].

Uma das respostas para mitigar a falta de interoperabilidade é o recurso a formatos abertos não dependentes de qualquer *software* ou entidade como o formato IFC (*Industry Foundation Classes*) e COBie (*Construction Operations Building Information Exchange*) [7]. O formato IFC, desenvolvido pela

entidade de normalização BuildingSMART, está especificamente talhado para a promoção da interoperabilidade semântica dos objetos modelados [7]. Os modelos IFC têm-se, progressivamente, assumido como o formato de ficheiro *standard* para troca de informações entre plataformas sem protocolos de interoperabilidade definidos, como modelos BIM e plataformas de gestão de ativos (CAFM – *Computer Assisted Facility Management platforms*) [7]. À data, a versão mais recente é a IFC4, publicada inicialmente em 2013, com uma adoção generalizada pelos softwares de âmbito BIM [64]. Salienta-se também o formato COBie, desenvolvido pelo corpo de engenharia do exército dos EUA (*U.S. Army Corps of Engineers*), cujo objetivo é especificar a estrutura de dados na fase de entrega das instalações para gestão do exército americano e que se encontra atualmente na versão 3 [65]. O COBie é um MVD (*Model View Definition*) do *schema* IFC; isto é, corresponde a um subconjunto do IFC na perspetiva da interoperabilidade sintática, contendo informação presente no IFC para a gestão dos ativos [7]. A abordagem COBie consiste no preenchimento de dados em 19 tabelas normalizadas distribuídas pelas seguintes categorias: Informações Gerais (*General Information*), Informações de Espaço (*Space Information*), Informações de Produto (*Product Information*), Informação Operacional (*Operational Information*) e Informação Acessória (*Supplementary Information*) [65].

Uma das barreiras à interoperabilidade é a dispersão e falta de estruturação de informação que leva à dissociação de dados que deveriam estar interligados. Este facto conduz gastos de tempo consideráveis na procura de informação relevante que pode, no caso da gestão de ativos, consumir mais de 80% do tempo das equipas e que inclui convenções de nomenclatura inconsistentes, categorização de dados em BIM e sistemas CAFM inadequada e falta de sincronização de informação sobre os ativos construídos e durante a sua operação e manutenção [7].

2.8.5 Níveis de maturidade

A gestão de informação em contexto BIM pode, de acordo com a norma EN ISO 19650-1 [29], ser representada por uma sequência de 3 estados crescentes de maturidade que definem o estado de implementação BIM em que uma determinada organização se encontra. Esse estado pode ser caracterizado, segundo a norma referida, pelas seguintes premissas [29]:

- Nível 1 de maturidade – existe aplicação de standards nacionais, implementação de plataforma colaborativa de trabalho e gestão de informação em ambiente BIM (CDE – *Common Data Environment*) e um foco na transição da informação CAD para BIM. Os modelos desenvolvidos não são distribuídos pelos vários intervenientes;
- Nível 2 de maturidade – o foco é a troca de informação entre os vários intervenientes do empreendimento e o trabalho colaborativo (existindo um maior esforço de utilização do CDE como repositório de informação acessível a todos os intervenientes). Neste nível recorrem-se a processos de gestão de informação manuais e automatizados com vista ao desenvolvimento de modelos de informação federados, com eventual troca de modelos de especialidade em formatos abertos. Existe ainda um esforço em desenvolver processos em conformidade com os princípios da EN ISO 19650-1 e -2 (o foco das partes desta norma é a aplicação para este nível de maturidade);

- Nível 3 de maturidade – corresponde à integração total dos sistemas de informação e modelos em *cloud* (onde as alterações a modelos são transmitidas em tempo-real a todos os utilizadores), recurso a aplicações que permitam gerir *Big data* obtida desde a fase de conceção até ao descomissionamento, integrando todo o ciclo de vida dos ativos nos processos BIM.

2.9 A classificação da informação da construção em contexto BIM

Ao longo das últimas décadas, existe concordância entre os profissionais do setor AECO sobre a importância de classificar a informação como forma de descrever, gerir, analisar e monitorizar as infraestruturas de uma forma concisa [27]. Classificar informação pode assim definir-se como o agrupamento de informação com determinadas particularidades em comum, relação lógica ou afinidade e a distinção de informação díspares mediante um conjunto de normas estabelecidas [27], [34], [66]. Esse agrupamento é alcançado através da organização de informação em classes – sendo uma classe um grupo de objetos com um conjunto de características em comum [34], [67].

Uma classe pode dividir-se em subclasses em que cada subclasse é um subconjunto da classe original, na medida em que compreende um conjunto de características mais específicas partilhadas com a classe original. As subclasses definem-se como subordinadas da classe original, sendo este um processo que se pode repetir continuamente através da criação de novos níveis inferiores de subclasses. Por outro lado, classes com nível idêntico denominam-se coordenadas, podendo estas ser agrupadas em classes superiores denominadas por subordinantes [9], [67].

Na Figura 2.3 apresenta-se um exemplo de uma estrutura de sistema de classificação com 3 níveis de classes, onde:

- A classe A é subordinante em relação às Classes A.1, A.2 e A.3;
- As Classes A.1, A.2 e A.3 são coordenadas entre si;
- As Classes A.1.1 e A.1.2 são subordinadas da Classe A.1 e a Classe A.3.1 é subordinada da Classe A.3.

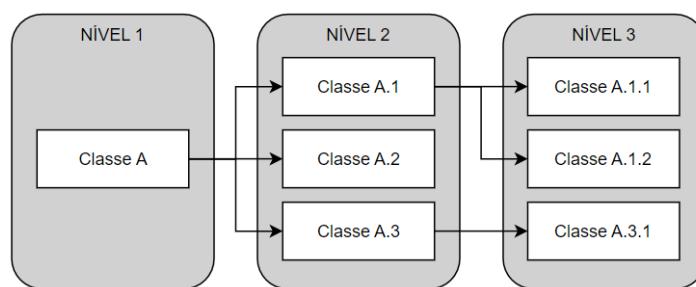


Figura 2.3 - Estrutura de um sistema de classificação com 3 níveis de classes [9]

De acordo com a ISO 22274 [34], é importante distinguir classes de conceitos. Conceitos são itens criados por uma combinação única de características. Por exemplo, “ambulância” e “carro de bombeiros” são dois conceitos distintos que podem ser incluídos numa classe designada por “veículos de emergência”.

As classificações podem distinguir-se consoante a sua abrangência, na medida em que podem estar orientadas para uma temática específica (e.g. sistema escandinavo CI/SfB – *Construction Index*/

Samarbetskommitten for Byggnadsfrager) ou cobrir todo o universo de informação disponível [e.g. UDC – *Universal Decimal Classification*) [67], [68].

Relativamente ao tipo de informação, a classificação pode ser analítica ou documental. No primeiro caso, também denominado por classificação científica ou taxonomia, pretende-se sistematizar a informação e fornecer uma base para a sua explicação e compreensão, enquanto no segundo caso se pretende organizar a gestão de documentos ou outros tipos de informação (e.g. UDC) [9], [67], [68].

Em termos de organização da informação, a classificação pode ser enumerativa onde o objetivo é listar todas as subclasses relevantes para uma determinada classe subordinante. Por outro lado, pode ser por facetas onde são criadas subclasses mais simples e genéricas; subclasses mais específicas podem ser posteriormente derivadas dessas [34], [66]–[68]. Para que este tipo de classificação seja consistente, é necessário definir a ordem de citação para a combinação das múltiplas facetas [67]. O tipo de estrutura do sistema (enumerativa ou por facetas) depende dos princípios inerentes à estruturação da informação que se pretende e o uso de propriedades essenciais ou opcionais (em cada nível de classe ou apenas ao nível da classe mais específica) [34].

Na Figura 2.4 apresenta-se um exemplo ilustrativo das diferenças entre os dois tipos de organização e respetivas vantagens e desvantagens de ambos.

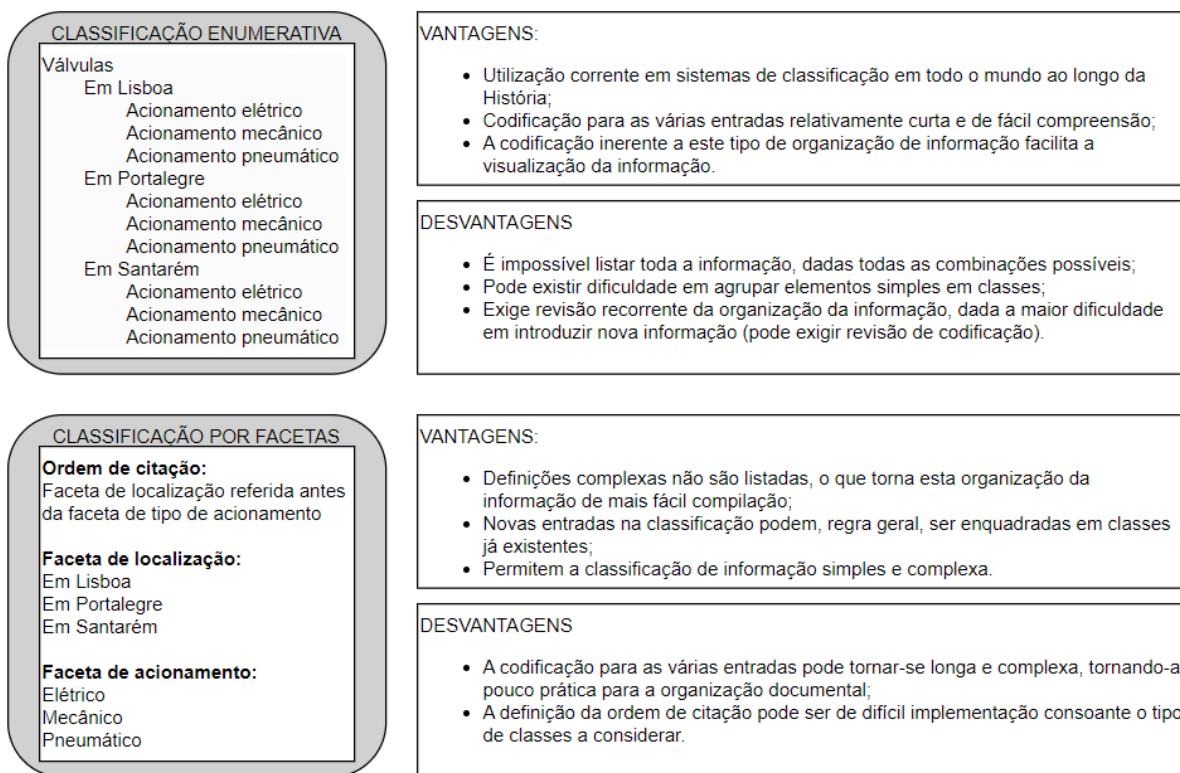


Figura 2.4 - Classificação enumerativa e por facetas, respetivas vantagens e desvantagens, adaptado de [34], [67])

O sistema de classificação pode ainda possuir uma combinação das características da classificação enumerativa e por facetas; isto é, possuir uma estrutura hierárquica com base nos princípios da classificação enumerativa e assumir características de uma classificação por facetas nas classes mais específicas. Desta forma, é possível reduzir o número de facetas e facilitar a navegação dos utilizadores no sistema [34]. Os elementos a classificar podem ser itens, equipamentos, espaços ou quaisquer

outras entidades que representem um valor acrescentado para as organizações independentemente do seu tipo de valor (financeiro ou não) [34].

Para o setor AECO, a classificação da informação segundo os mesmos princípios é a chave do sucesso para uma gestão, coordenação e interação em projeto e obra eficientes. Em contexto BIM, essa informação é sustentada por tabelas que incorporam processos, atividades, elementos construtivos e características do ambiente construtivo, passando a constituir um Sistema de Classificação da Informação da Construção (CICS – *Construction Information Classification System*) [9], [66].

2.9.1 O processo de classificação e codificação de ativos

A atribuição de uma codificação aos elementos classificados tem como objetivos estabelecer a ordem das classes e facilitar a localização de diferentes classes. As boas práticas de atribuição de notações [9], [34], [66], [67], [69] recomendam que, um CICS tenha:

- I. Uma notação tão intuitiva e curta quanto possível, recomendando-se a utilização de numeração romana ou arábica, podendo-se utilizar prefixos para separar os diferentes níveis de classes (e.g. utilização do separador “.”, “-”, “_”). Essa notação expressiva deve ser facilmente interpretável, tal como indicado no exemplo de estrutura hierárquica apresentado no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Exemplo de notação expressiva, adaptado de [7]

8	Literatura
82	Literatura Inglesa
821	Poesia Inglesa
821.3	Poesia Inglesa do Século Dezesseis

- II. Uma notação com um sistema bem estabelecido de regras de incorporação de novas entradas. Duas possibilidades sugeridas são o *sistema oitavo* e a *notação centesimal*. No primeiro caso, o dígito 9 da notação fica reservado para um novo conjunto de divisões coordenadas que pode ser replicado indefinidamente (91, 92, 93, ..., 991) e, no segundo caso, são utilizados dois algarismos por cada nível de classe, permitindo assim acomodar até 100 classes coordenadas;
- III. Uma notação flexível para permitir a inclusão de novas entradas podendo-se, para o efeito, utilizar o sistema oitavo referido no ponto anterior ou deixar notações vazias para permitir a inclusão futura de novas classes coordenadas entre duas existentes;
- IV. Uma classificação composta por tabelas hierarquicamente organizadas, permitindo a aplicação isolada dessas tabelas e, sempre que possível, a correspondência de notação entre as várias tabelas;
- V. Por base os princípios orientadores da EN ISO 12006-2, facilitando a transposição futura para sistemas que também sigam esses princípios.

2.9.2 Sistemas de classificação da construção existentes

Os CICS surgiram no pós-Guerra como forma de dar resposta às necessidades de racionalização, organização, armazenamento e troca de informação relevante. Nos EUA foi fundado em 1948 o *Construction Specifications Institute* (CSI), resultando na publicação da especificação *CSI Format for*

Building Specification. Iterações nas décadas posteriores deram origem ao que hoje é conhecido como sistema de classificação *MasterFormat*, tendo a última grande atualização ao sistema sido publicada em 2004. No Reino Unido, o *Institution of Civil Engineers* (ICE) desenvolveu, em 1976, o sistema *Civil Engineering Standard Method of Measurement* (CESMM) vocacionado para o levantamento detalhado das quantidades de trabalho em obras de engenharia civil e cuja última atualização (versão 4) data de 2012 [9].

Ao longo das últimas décadas, foram desenvolvidos múltiplos CICS por entidades privadas e organismos estatais, tal como indicado na coletânea apresentada no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Diferentes CICS e respetivos países de origem

Designação do sistema de classificação	País de origem	Designação do sistema de classificação	País de origem	Designação do sistema de classificação	País de origem
ASA QS Elemental Class	África do Sul	CZ-CC	Chéquia	Natspec Worksection	Austrália
BIM7AA	Dinamarca	RTS BIM		Masterformat	EUA
CCS		SKP		Omniclass	
CI/SIB	Suécia	SNIM		Uniformat	
CoClass		KSO (JKSO)		Uniclass2015	Reino Unido
KKS	Alemanha	TSKP			
Talo 2000	Finlândia	NS3451			

A nível nacional têm sido desenvolvidos vários estudos e trabalhos sobre os CICS, culminando em várias propostas para um sistema de classificação nacional. Propostas preliminares incorporaram características de sistemas nacionais vigentes, como a ferramenta ProNIC (Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção) entretanto descontinuada, cujo objetivo era ser um referencial para todo o setor da construção em Portugal. Tinha como objetivo principal permitir a associação de uma estrutura de codificação aos trabalhos de construção, contendo especificações técnicas referentes a esses trabalhos e materiais de construção, incorporando ainda indicadores de custo para esses trabalhos [70]. Em suma, as principais funcionalidades incluíam a produção automática de Mapas de Quantidades de Trabalho (MQT) estandardizados por especialidade ou globais, produção de condições técnicas gerais de Cadernos de Encargos enquadradas nos artigos utilizados, atualização dos mapas na fase de erros e omissões e produção dos autos de medição contratuais [70]. Na Figura 2.5 é apresentada a estrutura do sistema ProNIC.

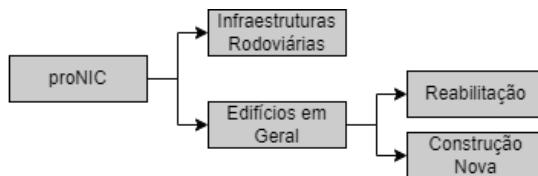


Figura 2.5 - Estrutura do sistema ProNIC, adaptado de [71]

No Quadro 2.3 e Quadro 2.4 são indicados os capítulos que constituem o sistema ProNIC.

Quadro 2.3 - Capítulos de edifícios em geral [19]

Cap.	Especialidades	Cap.	Especialidades	Cap.	Especialidades	Cap.	Especialidades
1	Estaleiro	8	Estruturas metálicas	15	Elementos de serralharia	22	Instalações e equipamentos mecânicos
2	Trabalhos preparatórios	9	Estruturas de madeira	16	Elementos de materiais plásticos	23	Instalações e equipamentos elétricos
3	Demolições	10	Estruturas de alvenaria e cantaria	17	Isolamentos e impermeabilizações	24	Ascensores, monta-cargas, escadas mecânicas e tapetes rolantes
4	Movimento de terras	11	Estruturas mistas	18	Revestimentos e acabamentos	25	Equipamento fixo e móvel
5	Arranjos exteriores	12	Paredes	19	Especialidades	26	Diversos
6	Fundações e obras de construção	13	Elementos de cantaria	20	Pinturas e envernizamentos		
7	Estruturas de betão armado e pré-esforçado	14	Elementos de carpintaria	21	Instalações e equipamentos de águas		

Quadro 2.4 - Capítulos de infraestruturas rodoviárias [19]

Cap.	Especialidades	Cap.	Especialidades	Cap.	Especialidades	Cap.	Especialidades
1	Terraplanagem	4	Obras acessórias	7	Obras de arte integradas (passagens inferiores, agrícolas e hidráulicas especiais)	10	Diversos
2	Drenagem	5	Equipamento de sinalização e segurança	8	Obras de arte especiais		
3	Pavimentação	6	Obras de arte integradas (passagens superiores e obras de arte nos nós)	9	Túneis		

No sistema ProNIC, os capítulos referidos nos Quadros supra, subdividiam-se em subcapítulos cada vez mais específicos (seguindo uma estrutura hierárquica “em árvore”) até ser definido um artigo que correspondesse a uma medição de um trabalho específico a um preço unitário individualizado. Esta criação de articulados através do ProNIC permite mitigar as indefinições nas fases de lançamento e execução das empreitadas [68], [71]. Este sistema não seguia, no entanto, a EN ISO 12006 (que define que diferentes tipos de informação devem estar associados a diferentes tabelas de classificação).

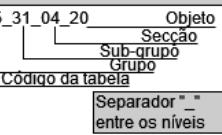
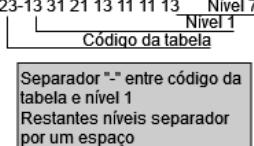
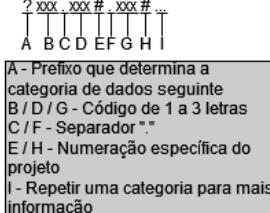
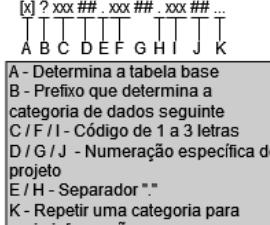
Face à inexistência de um CICS de âmbito nacional, vários projetos de investigação procuraram desenvolver um sistema aplicado à realidade do setor AECO português. Em 2021, no âmbito do projeto SECClasS, foi efetuado um estudo comparativo entre os CICS internacionais considerados mais relevantes para a realidade nacional [*Uniclass2015*, *OmniClass*, *CoClass*, *Cuneco Classification System (CCS)*, *Construction Classification System (CCI)*]. Este último, desenvolvido por países do norte da Europa (Estónia, Chéquia, Noruega, Dinamarca, Suécia e Finlândia), ainda está em fase de desenvolvimento. Todos os CICS analisados têm como objetivo organizar e abranger toda a informação ao longo do ciclo de vida de infraestruturas, fornecendo uma linguagem comum que facilite essa troca de informação.

O estudo considerou os seguintes pontos [9]:

- I. Informação básica;
- II. Estrutura das tabelas e conformidade com a EN ISO 12006-2 e ISO/IEC81346;
- III. Designação dos códigos de referência;
- IV. Licença de acesso e idioma da documentação;
- V. Componente de sustentabilidade;
- VI. Digitalização dos sistemas e interligação com softwares de modelação.

Os resultados desse estudo encontram-se resumidos no Quadro 2.5.

Quadro 2.5 - Resumo dos resultados obtidos pelo estudo do projeto SECClassS, adaptado de [7]

Sistema de Classificação	Estrutura	Conform. EN ISO 12006 e IEC/ISO 81346	Designação de códigos de referência	Licença e idioma	Atualizações	Digitalização do sistema e interligação com software de modelação
Uniclass2015	12 tabelas	Apenas EN ISO 12006	 Pr_15_31_04_20	Documentação gratuita em língua inglesa no site da NBS Tradução carece de autorização prévia da NBS	Atualizações trimestrais em que cada tabela tem a sua própria versão em função das atualizações que sofram	Tabelas disponíveis digitalmente em formato .xls Possível uso direto em Revit, ArchiCAD e VectorWorks
Omniclass	15 tabelas	Apenas EN ISO 12006	 23-13 31 21 13 11 11 13	Documentação gratuita em língua inglesa no site do CSI	Recursos desatualizados	Possível uso direto em Revit e ArchiCAD
CoClass	10 tabelas	Sim, ambas	 ? xxx , xxx # , xxx # ...	Documentação gratuita para visão global do CICS sendo necessário subscrição para aceder aos níveis de classe mais baixos. Tradução para língua inglesa limitada.	Estrutura regularmente actualizada pela indústria sueca. Última actualização data de abril de 2023	Compatível com formato IFC. Utiliza recursos informáticos no seu site que facilitam busca por classificações, como a aplicação MindManager
CCS	8 tabelas	Sim, ambas	 [x] ? xxx ##, xxx ##, xxx ## ...	Classificação disponível de forma gratuita. Para aceder aos documentos, instruções e outros materiais mais detalhados é necessário uma subscrição anual	Últimas actualizações datam de 2014-2016 (para as várias partes do sistema de classificação)	Aplicação móvel e recursos disponíveis no site através da ferramenta CCS Navigate. Possível uso direto em Revit e ArchiCAD
CCI	6 tabela	Sim, ambas	Sistema ainda em desenvolvimento	Não existem licenças disponíveis, no entanto, é expectável que a distribuição seja feita de forma gratuita	Ainda em desenvolvimento, pelo que não existem atualizações. Pretende-se que exista continuidade do sistema.	Ainda em desenvolvimento, pelo que não foi efetuada uma análise detalhada

Relativamente à conformidade com documentos normativos, verificou-se que a norma EN ISO 12006-2 foi utilizada por sistemas convencionais; no entanto, para tornar os CICS mais abrangentes em sistemas industriais, construtivos e técnicos as codificações dos novos sistemas já são baseadas na IEC/ISO 81346-2 [9]. Na EN ISO 12006-2 é recomendada uma estrutura base de tabelas de CICS e nomenclaturas associadas suficientemente abrangentes para descrever todas as fases do ciclo de vida e todo o ambiente construtivo, orientando dessa forma a estruturação de sistemas de classificação [9], [28], [66]. Por outro lado, a norma IEC/ISO 81346-2 propõe códigos para classes principais de acordo com as funções dos elementos que as constituem (e.g. letra G – Generating caracteriza ativos relacionados com a produção de fluxos mecânicos como grupos eletrobomba ou elétricos como células de combustível). As classes subordinadas obtêm-se combinando duas letras dessas classes principais, permitindo especificar em maior detalhe os ativos a classificar [35].

Não obstante a não conformidade do sistema *Uniclass2015 (Unified Classification for the Construction Industry)* com a norma IEC/ISO 81346-2, o estudo desenvolvido pelo projeto SECClassS propõe a sua utilização como base do CICS nacional considerando aspectos como a existência de licença aberta, grau de divulgação do sistema, implementação em bibliotecas de objetos e a autorização para a sua tradução e adaptação, já iniciada por outros grupos de trabalho com destaque para o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) [9].

Este sistema de origem britânica surgiu a partir da necessidade de atualização do sistema CI/SfB (*Construction Index/Samarbetsfommiten for Byggmadsfragor*), que se revelou ineficaz na aplicabilidade e adequação a trabalhos de engenharia civil e teve ainda como base os sistemas CAWS (*Common Arrangement of Work Sections*), CESMM3 (*Civil Engineering Standard Method of Measurement*) e EPIC (*Electronic Product Information Cooperation*) [9]. É compilado e mantido pela NBS (*National Building Specification*) com atualizações trimestrais [72]. Nessas atualizações são introduzidas novas classes, enquanto outras são eliminadas ou alteradas de posição nas tabelas. No Quadro 2.6 é apresentada a correspondência entre nomenclaturas de tabelas sugerida na norma EN ISO 12006-2 e as propostas pelo sistema *Uniclass2015*.

Quadro 2.6 - Correspondência entre tabelas sugeridas na norma EN ISO 12006-2 e sistema Uniclass2015, adaptado de [28], [66]

ISO1200-6-2:2015	Uniclass2015
Construction information (A.2)	Form of information (FI)
Construction products (A.3)	Products (Pr)
Construction agents (A.4)	-
Construction aids (A.5)	Tools&Equipment (TE)
Management (A.6)	Project Management (PM)
Construction process (A.7)	-
Construction complexes (A.8)	Complexes (Co)
Construction entities (A.9)	Entities (En)
Built spaces (A.10)	Spaces/locations (SL)
Construction elements (A.11)	Elements/functions (EF)
Work results (A.12)	-
Construction properties (A.13)	-
-	Activities (Ac)
-	Systems (Ss)
-	CAD (Zz)

Paralelamente e de forma idêntica ao estudo desenvolvido pelo projeto SECClasS, outras abordagens tiveram como base a norma EN ISO 12006-2: e sistemas internacionais como o *Uniclass2015*, através da elaboração de traduções combinadas da norma e sistema referidos. Destaca-se a proposta de designação para as tabelas a constar do CICS nacional e para as classes de nível 1 da tabela de Empreendimentos (*Construction complexes/Complexes*) [38], bem como a proposta para as classes das tabelas de Produtos (*Construction Products/Products*) e Propriedades (*Construction Properties*), Formas de Informação (*Construction Information/Form of information*), Gestão e Direção (*Management/Project Management*) e Elementos/Funções (*Construction elements/Elements/functions*) [66]. No Quadro 2.7 apresenta-se a tradução proposta para a tabela de Produtos (Pr).

Quadro 2.7 - Descrição das classes de nível 1 para a tabela Products do sistema Uniclass2015 e correspondência com proposta de CICS nacional [5]

Código	Descrição Uniclass2015	Proposta CICS de âmbito nacional
Pr_15	Preparatory products	Produtos preparatórios
Pr_20	Structure and general products	Produtos Estruturais e Gerais
Pr_25	Skin products	Produtos para Exterior
Pr_30	Opening products	Produtos para Entradas
Pr_35	Covering and finishing products	Produtos para Revestimentos e Acabamentos
Pr_40	Signage, sanitary fittings and fittings, furnishing and equipment (FF&E) products	Produtos para Sinalização, Equipamento Sanitários e Acessórios, Mobiliário e Equipamentos
Pr_45	Flora and fauna products	Produtos para Flora e Fauna
Pr_50	Fabric accessory products	Produtos Suplementares à Construção
Pr_60	Services and process source products	Produtos para Fontes de Serviços
Pr_65	Services and process distribution products	Produtos para Distribuição de Serviços
Pr_70	Services and process outlet products	Produtos para Saída de Serviços
Pr_75	Services and process control products	Produtos para Controlo de Serviços
Pr_80	Services and process general products	Produtos para Serviços Gerais
Pr_85	Process engineering products	Produtos para Engenharia de Processos
Pr_90	Soft facility management products	Produtos para Gestão de Instalações Simples

Um trabalho semelhante [71] incidiu sobre as tabelas Produtos e Propriedades do sistema *Uniclass2015*. Nesse caso, para a tabela de Produtos, foram traduzidas todas as classes até ao último nível (nível do produto específico), mantendo a codificação do sistema inglês. Para o último nível, foi utilizada a plataforma *NBS BIM Toolkit* para associar o código de produto a Normas Europeias Harmonizadas (ENh). Posteriormente, pesquisando a respetiva ENh no Jornal Oficial da União Europeia (JOUE), foi feita a correspondência com a tradução de ENh para língua portuguesa e associada a Norma Portuguesa relevante (EN NP), obtendo-se assim uma tradução já com contextualização nacional. Para a tabela de Propriedades, foram igualmente traduzidas as classes de nível superior e, para o nível específico da “propriedade”, foram consideradas as “propriedades essenciais” presentes nos Anexos ZA das EN NP dos produtos previamente identificados na tabela de Produtos.

Outro trabalho [68] propõe igualmente que o CICS nacional seja desenvolvido a partir dos princípios aplicados na EN ISO 12006-2 e *Uniclass2015*, propondo uma denominação para as várias tabelas a constituir esse CICS e para a metodologia de codificação de entradas do sistema. Propõe ainda uma tradução do sistema *Uniclass2015* para a tabela de Elementos/funções (*Elements/functions*), até ao nível do subgrupo (classe de nível 3).

Independentemente do sistema utilizado e, tal como indicado na ISO 22274 [34], este deve ser periodicamente atualizado e melhorado para que possam ser corrigidos défices no estado do conhecimento ou substituição de conceitos obsoletos. Essas alterações devem ser cuidadosamente documentadas, indicando o autor e fase em que ocorrerá. A versão mais atualizada do sistema deve também ser disponibilizada para todos os utilizadores, através de um endereço web [34].

2.9.3 Modelação paramétrica

A modelação paramétrica de objetos tem em conta a geometria e as relações entre os objetos nos modelos (e.g. ao modelar uma parede, essa pode ser associada às suas superfícies limítrofes como pavimentos, outras paredes, coberturas, etc) [10]. Essas associações na estrutura paramétrica são utilizadas para gerir atualizações aos modelos (e.g. atualização de um objeto refletida em toda a estrutura) [10].

Para além dessas características, os objetos também têm de possuir informação associada sob a forma de parâmetros para que possam ser interpretados, analisados, ter custos atribuídos, geridos por outros *softwares*, etc. [10]. A título de exemplo, parâmetros associados à conceção podem definir ocupação de espaços, performance de equipamentos, cargas na estrutura, exposição solar ou análise energética [10]. Numa fase posterior, os parâmetros podem definir materiais ou especificações de qualidade, enquanto na fase de fabricação podem ser definidos parâmetros referentes, por exemplo, a ligações aparafusadas e soldaduras [10]. Durante a fase de comissionamento podem ser utilizados parâmetros que permitam transferir informação para a operação e manutenção de infraestruturas, como *links* para manuais de exploração [10]. Durante a operação e manutenção podem ser utilizados parâmetros referentes a custos de operação, manutenção preventiva ou criação de ordens de trabalho. Alguns parâmetros são inerentes a diferentes *softwares BIM* (*hard-coded*); no entanto, cabe aos utilizadores dos modelos criar os parâmetros necessários aos usos aos quais os modelos se destinam.

Os parâmetros de modelação podem, para cada ativo, ser organizados e agrupados sob um conjunto de características comuns que os identificam (*Psets - PropertySets*) [10]. Apesar de existir um esforço de várias organizações ou entidades como o *Construction Specifications Institute* (CSI) para a criação de *Psets*, ainda não existe uma organização normalizada de parâmetros por *Psets*, cabendo aos intervenientes no processo BIM fazer essa associação e, potencialmente, criar os *Psets* que sejam necessários [10].

De uma forma geral, os parâmetros podem ser do tipo numérico e possuir um valor único, ter um valor fixo de entre uma lista de valores pré-definida, uma gama de valores (com limite inferior e superior), ser do tipo alfanumérico, serem uma hiperligação (para um ficheiro externo, imagem ou *website*) ou serem do tipo booleano (SIM/NÃO, TRUE/FALSE) [36], [73], [74].

2.9.4 Paradigma atual – *Data Templates*

Uma das maiores dificuldades da implementação BIM continua a ser a falta de sistematização de processos e a inexistência de *standards* aplicados a modelos de informação, o que resulta em formatos de informação e bibliotecas de objetos díspares e dissociadas entre si [59], tendo diferentes países criado dicionários de dados especializados para as suas necessidades com base nos seus padrões e culturas [75].

Os *data template* (ficheiros de dados) surgem como uma resposta para a questão da falta de sistematização de parâmetros, permitindo definir os dados apropriados no formato correto para os objetos BIM, de forma a facilitar a interoperabilidade (e.g. em formato IFC) [75]. A norma EN ISO 23387 define um *data template* como uma estrutura de dados cujo propósito é a descrição das características de objetos de construção de uma forma normalizada, de aplicação e leitura por diferentes *softwares* e sistemas (*machine readable*) ao longo de todo o ciclo de vida dos ativos [37]. Com efeito, a informação exigida num *data template* evolui com o desenvolvimento do empreendimento (e.g. na fase de projeto podem ser apenas necessários dados relativos à geometria, desempenho ou especificações dos objetos, na obra serem necessários dados relativos à marca, fabricante e durante a gestão de ativos serem necessários dados relativos ao tempo de vida útil) [75].

Os *data templates* são aplicados a um objeto ou elemento dos modelos, designando-se dessa forma por *product data templates* (PDT – ficheiros de dados de produtos) [75]. Pode ser necessário mais do que um PDT para descrever um elemento construtivo ou equipamento (e.g. uma bomba centrífuga pode ter um PDT associado à bomba e um PDT associado ao motor) [75]. Quando os campos identificados no PDT são preenchidos passam a designar-se por *product data sheets* (PDS – fichas técnicas de produtos) [75].

A estrutura de dados de um PDT permite assim agregar informação referente a codificações, nomenclaturas e parametrização de uma variedade de fontes/dicionários de dados interconectados (*interconnected data dictionaries*) promovendo dessa forma uma maior qualidade e harmonização da informação produzida (interoperabilidade semântica). As fontes de informação para estruturar um PDT podem ser muito diversas e variar consoante o produto. Alguns exemplos incluem a Declaração de Desempenho (DoP – *Declaration of Performance*), Declaração Ambiental de Produto (EPD – *Environmental Product Declaration*), propriedades IFC, COBie ou *European Master Data* (EMD). Em suma, pretende-se que um PDT permita [39]:

- I. A partilha de informação dos fabricantes sobre produtos, com base numa terminologia comum que cumpra os requisitos do cliente;
- II. Que os projetistas solicitem ou apresentem informação num formato consistente, facilitando a comparação de produtos ou soluções equivalentes;
- III. Ao empreiteiro definir as suas próprias especificidades, nomeadamente ao nível de performance, disponibilidade e transporte de produtos;
- IV. Aos medidores e orçamentistas obter informação para controlo de custos;
- V. Às entidades gestoras ou clientes finais receber informação consistente que possa ser facilmente incorporada na operação e manutenção das infraestruturas;
- VI. Que a informação possa ser transmitida com base no modelo definido pelo cliente.

O processo de criação de um PDT pode ser resumido nos seguintes passos, tal como indicado na Figura 2.6 [75]:

- I. Recolha de parâmetros de várias fontes;
- II. Comparação desses parâmetros numa única matriz a fim de garantir que são únicos. Os parâmetros de diferentes fontes podem ter diferentes nomenclaturas, mas o mesmo significado, pelo que é necessário efetuar uma comparação e normalização a fim de eliminar a redundância e repetição;
- III. Organização da lista final de parâmetros em categorias como dados geométricos, de desempenho, de sustentabilidade, etc.;
- IV. Adoção da estrutura predefinida de PDT na EN ISO 23387, onde cada parâmetro é ligada a um documento de referência e é definido o respetivo tipo de dados, unidade e valores possíveis. De seguida, a partir do conjunto de parâmetros predefinidos na EN ISO 23386, deve ser feita a correspondência entre essa informação e a que consta do PDT criado;
- V. Após publicação do PDT, é necessário estabelecer uma linha direta com profissionais da indústria para que, através do seu input, os PDT possam ser melhorados e a informação que deles consta esteja atualizada.

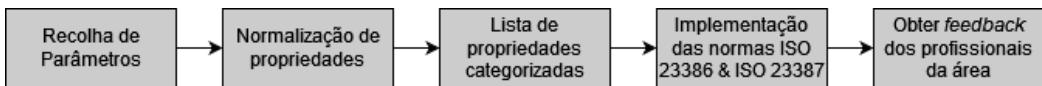


Figura 2.6 - Metodologia de criação de um PDT, adaptado de [75]

Vários esforços foram já desenvolvidos para a criação de estruturas de PDTs [75]. Destaca-se o estabelecimento, em 2018, de uma metodologia para o desenvolvimento de PDTs aplicados a produtos de reparação e proteção para a construção para a indústria alemã, seguindo as seguintes 4 etapas [59]:

- I. Avaliação das necessidades de informação dos intervenientes envolvidos no projeto;
- II. Organização da informação dispersa (excluindo a obsoleta no processo) sobre os produtos da construção para os quais se pretendia desenvolver PDTs;
- III. organização dessa informação relevante em conjuntos de propriedades, como unidades relevantes para esses produtos;
- IV. Disseminação pela indústria dos produtos de construção alemã.

Reconhecendo a importância dos PDT, a BIM4Water (entidade envolvida na gestão do processo BIM para ativos de abastecimento e saneamento de água no Reino Unido) já desenvolveu 58 PDTs adaptados ao setor da água [76]. A BIM4Water pretende ainda estimular o desenvolvimento de outros PDTs aplicados ao setor da água por parte de outras entidades ou empresas ligadas à indústria, disponibilizando um conjunto de diretrizes (incluindo mapa de processos explicativo) para assegurar que os PDTs criados são *standard* [75]. Após um processo de revisão dos PDTs criados, a BIM4Water disponibiliza-os no seu website.

A nível nacional, os primeiros esforços de normalização de PDTs estão a ser iniciados pela Universidade do Minho com a colaboração da CT197 no âmbito do seu grupo de trabalho “Objetos” e dos projetos SECClasS, REV@Construction e GrowingCircle [75], tendo já culminado no desenvolvimento de 7 PDTs e 1 *data template* mestre que agrupa todos os parâmetros contidos nos PDTs criados.

No entanto, ainda existe pouco trabalho desenvolvido nesta temática e, face ao ainda recente enquadramento normativo da EN ISO 23386 e EN ISO 23387, é difícil para o setor AECO ter fontes de PDTs estabilizadas, pelo que é expectável que os modelos BIM continuem a apresentar grande discrepância na qualidade/quantidade de informação dado que estas normas não propõem estruturas normalizadas para PDTs.

3 Caso de estudo: EPAL/AdVT

3.1 Descrição do caso de estudo

O abastecimento de água à cidade de Lisboa esteve, de 1868 a 1974 a cargo da Companhia das Águas de Lisboa (CAL). Fendo o contrato de concessão, é constituída a Empresa Pública das Águas de Lisboa (EPAL) que, em 1981 tem a sua designação alterada para Empresa Pública das Águas Livres. Em 1991, a Empresa é transformada em sociedade anónima (S.A.) de capitais integralmente detidos pelo Estado Português e, em 1993 é integrada no Grupo Águas de Portugal SGPS (AdP). A área de negócio da EPAL limitava-se, até 1935, exclusivamente ao abastecimento e distribuição de água à cidade de Lisboa tendo, ao longo das décadas seguintes, incorporado o abastecimento em alta de um conjunto alargado de municípios [77].

Na sequência da cisão, em 2017, da Águas de Lisboa e Vale do Tejo fruto de um processo de reorganização do setor de abastecimento e saneamento de águas residuais, foi constituída a Empresa Águas do Vale do Tejo, S.A (AdVT). Este processo levou à saída da tutela da Empresa de cerca de 30 municípios da zona de Lisboa, tendo sido criados 2 novos sistemas multimunicipais e duas novas sociedades às quais foi atribuída a concessão da exploração desses sistemas.

A gestão da nova Águas do Vale do Tejo, S.A foi delegada na EPAL, tendo resultado na agregação de sistemas, o que conduziu à extinção de várias empresas ligadas ao setor da água [78]. Atualmente, a EPAL e a AdVT possuem um grande número de ativos distribuídos por 87 municípios, compreendendo 33% do território continental português e servindo 3,5 milhões de habitantes [77].

3.2 Objetivos de implementação BIM e plano de ação definido

Na perspetiva de um Dono de Obra Público, o valor acrescentado da implementação da metodologia BIM manifesta-se ao longo de todas as fases do ciclo de vida dos ativos, desde a contratação da elaboração de projetos até à operação, manutenção e eventualmente desativação das infraestruturas e equipamentos. No caso específico de uma entidade gestora de água como a EPAL/AdVT, essa relevância prende-se com a utilização de modelos tridimensionais constituídos por informação geométrica e não-geométrica, para apoio durante todo o ciclo de vida dos ativos, funcionando como cadastro digital das infraestruturas a construir e existentes mais relevantes e permitindo a ligação aos sistemas de gestão de ativos em uso na Empresa.

A estratégia de implementação desenvolveu-se tendo por base as seguintes 3 vertentes principais, tal como identificado na Figura 3.1:

- I. Constituição da equipa BIM da Empresa: definição dos elementos da Direção de Engenharia responsáveis pelo desenvolvimento de procedimentos de implementação da metodologia (inicialmente na Direção referida, extrapolando posteriormente esses procedimentos para outras Direções);
- II. Estabelecimento de protocolos com entidades externas: com instituições de ensino e empresas com valências comprovadas no trabalho em ambiente BIM, suprindo assim as necessidades

iniciais da Empresa e garantindo que o processo de implementação é desenvolvido à luz das melhores práticas nacionais e internacionais;

- III. Projeto-piloto: contratação da execução de um projeto em BIM (sistema de abastecimento a Portel) previamente à definição dos requisitos BIM da EPAL/AdVT, constituindo outra ferramenta de identificação das necessidades da Empresa na contratação e acompanhamento de projetos futuros [79].

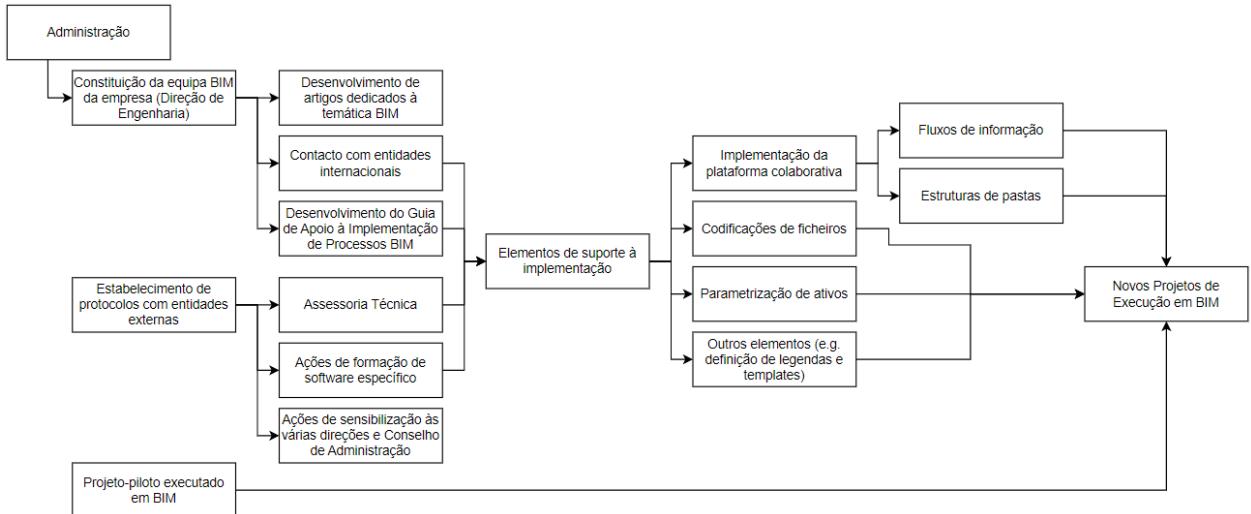


Figura 3.1 - Diagrama do processo de implementação BIM na Empresa

3.3 Contribuição para a documentação de definição e implementação de Processos BIM na EPAL/AdVT

No decurso do processo de implementação indicado na Figura 3.1 e respetivo aumento de conhecimento no seio da Empresa acerca da temática BIM, surgiu a necessidade de desenvolver um conjunto documental associado à metodologia BIM tendo por bases outros processos de implementação a nível internacional [47]–[52], [80]–[88] e normas vigentes associadas ao BIM. Nesse sentido, foram desenvolvidos 3 documentos:

- I. Um Guia BIM interno orientador cujos propósitos são a difusão da metodologia BIM, a catalisação do processo interno de implementação e apoio ao desenvolvimento de procedimentos que sigam esta metodologia de trabalho para todas as fases do ciclo de vida dos ativos, especialmente para elementos da Empresa com pouca experiência na aplicação BIM;
- II. Um documento denominado por EIR (Requisitos de Trocas de Informação) onde são indicados, de uma forma genérica, os requisitos BIM que a EPAL/AdVT pretende ver verificados na execução de empreendimentos BIM. Pretende-se que seja um anexo integrante dos cadernos de encargos da Empresa, facilitando a apresentação de propostas por parte de eventuais proponentes;
- III. Um template de BEP (Plano de Execução BIM) que corresponde ao documento de registo das considerações, decisões e tarefas executadas no que ao desenvolvimento do empreendimento BIM específico diz respeito. Contém indicações para a elaboração/preenchimento pelos

adjudicatários e deve dar resposta aos requisitos BIM indicados no EIR, mas detalhados para o empreendimento em questão.

Para o efeito, foram produzidas várias versões desses documentos em estrita colaboração entre o autor desta dissertação e a Direção de Engenharia da EPAL/AdVT (entre janeiro de 2021 e julho de 2023) encontrando-se, à data publicação desta dissertação, na fase final de revisão e validação técnica. Não obstante, o conteúdo desses documentos está refletido nos capítulos seguintes da presente dissertação.

3.3.1 Caracterização geral do Guia BIM e EIR

Uma parte considerável da informação contida no Guia BIM interno e no EIR é transversal aos dois documentos. Essa informação, sob a forma de requisitos, permite especificar o desenvolvimento dos modelos BIM de projeto (PIM) e, posteriormente nas fases de operação e manutenção, especificar o conteúdo dos modelos BIM de ativos (AIM) [29]. Dessa forma e, independentemente de o Guia BIM estar adaptado para consulta interna da EPAL/AdVT e o EIR desenvolvido com vista à consulta por entidades externas à Empresa, ambos têm os seguintes objetivos:

- I. A identificação dos Objetivos da implementação BIM para uma Entidade Pública e respetivos Usos BIM ao longo das várias fases do ciclo de vida;
- II. O desenvolvimento de processos de execução BIM e respetivos fluxos de aprovação através de mapas de processo, estabelecendo assim as diretrizes de troca e partilha da informação produzida;
- III. O fornecimento dos requisitos dos modelos *as-built* que a EPAL/AdVT pretende ver cumpridos e a definição das funções e responsabilidades que devem ser atribuídos na execução de um empreendimento em BIM, tanto por elementos da Empresa como por elementos externos à mesma;
- IV. O estabelecimento de padronizações da informação produzida ao nível de codificações, nomenclaturas, análise de interferências dos modelos, *templates* e definições a utilizar no âmbito da aplicação da metodologia BIM;
- V. Promover a interoperabilidade entre os sistemas em utilização na EPAL/AdVT e os novos softwares associados à metodologia BIM;
- VI. Assegurar a segurança e os direitos de propriedade sobre a informação produzida.

3.3.2 Objetivos e Usos BIM identificados

O trabalho em ambiente BIM exige que, numa primeira fase, sejam identificados e definidos os Objetivos da Organização, de forma a extrair o maior valor possível da aplicação desta metodologia de trabalho.

Para o efeito, definiu-se um conjunto de Objetivos gerais de aplicação da metodologia BIM os quais, têm associados vários Objetivos mais específicos que definem os resultados expectáveis do BIM para a EPAL/AdVT, apresentando-se no Quadro 3.1 alguns exemplos dessa definição.

Quadro 3.1 - Exemplo da definição de objetivos da implementação BIM para a EPAL/AdVT

Objetivos Gerais	Objetivos Específicos
Auxiliar a tomada de decisões	Facilitar a interpretação de propostas de soluções ao nível do projeto e obra; Aumentar a capacidade de correção e resolução de imprevistos; Apoiar de forma mais sustentada a gestão do risco;
Definição de processos construtivos fiáveis e consistentes	Garantir um controlo e planeamento de obra rigoroso; Reduzir o número de erros, omissões e trabalhos a mais; Reduzir o tempo de duração dos trabalhos, garantindo a qualidade exigível;
Facilitar a transição para as fases de operação e manutenção	Obter um modelo <i>as-built</i> atualizado para apoio à gestão do empreendimento, contendo toda a informação parametrizada que se considere necessária e útil à boa operação e manutenção do edificado; Garantir a interoperabilidade entre o modelo BIM <i>as-built</i> e os sistemas de gestão existentes através de uma correspondência entre os objetos virtuais criados e os elementos reais finais; Preservar, durante as fases de projeto e obra, a informação que será útil e necessária para as fases de operação e manutenção; Assegurar que a informação provém de uma única fonte e que é fiável.

Numa segunda fase, foram definidos os Usos BIM com vista a atingir os objetivos referidos. Em suma, os Usos BIM caracterizam as aplicações, simulações ou atividades que se pretende ver implementadas para atingir as metas gerais de execução BIM, por exemplo, no que diz respeito às estratégias a considerar no desenvolvimento dos modelos, ao controlo de qualidade da fase de projeto ou ao próprio espetro de ação das várias partes envolvidas nos processos BIM. O resultado da definição dos Usos e respetivo espectro de ação (fase de projeto, obra e operação e manutenção) encontra-se espelhado na listagem preconizada que se apresenta no Quadro 3.2. Salienta-se que a aplicação dos Usos BIM depende das características do empreendimento a executar (e.g. abastecimento em alta e/ou baixa, saneamento em alta, edifícios operacionais, edifícios não operacionais, etc.) e corresponde à primeira abordagem desenvolvida em conjunto com a EPAL/AdVT.

Quadro 3.2 - Usos BIM identificados como prioritários pela EPAL/AdVT no processo de implementação BIM

1	Elaboração/atualização de modelos da envolvente (onde se inclui estudo da utilização do espaço na fase de obra)	P	C	OM
2	Levantamento das condições existentes	P	C	OM
3	Elaboração/atualização de modelos de infraestruturas existentes	P	C	OM
4	Elaboração/atualização de modelos de geotecnica	P	C	OM
5	Elaboração/atualização de modelos de espaços e áreas de circulação	P	C	OM
6	Elaboração/atualização de modelos do espaço necessário à manutenção de equipamentos	P	C	OM
7	Codificação do modelo	P	C	OM
8	Revisão de modelos de arquitetura e especialidades	P	C	OM
9	Análise energética	P	C	OM
10	Criação de peças desenhadas	P	C	OM
11	Coordenação de modelos	P	C	OM
12	Deteção de incompatibilidades e gestão de interferências	P	C	OM
13	Planeamento	P	C	OM
14	Extração de quantidades	P	C	OM
15	Elaboração/atualização de modelos <i>as-built</i>	P	C	OM
16	Segurança ao nível dos empreendimentos BIM	P	C	OM
17	Procedimentos de colaboração ao nível da operação e manutenção	P	C	OM

LEGENDA: P - Projeto; C - Construção; OM - Operação e Manutenção

3.3.3 Mapas de processo

À luz das melhores práticas de implementação BIM em Organizações verifica-se que, após indicar os Usos BIM relevantes, é necessário definir a sua abrangência, explicitar as relações entre os vários intervenientes em contexto BIM e representar os fluxos de informação a desenvolver para cumprir esses Usos [61], [89]. Para o efeito, foram desenvolvidos mapas de processo representados através da notação *Business Process Model and Notation Version 2* (BMPN 2.0). Esta notação tem a

particularidade de ser um padrão internacional para a representação de diagramas de processo, sendo também independente de qualquer processo de implementação ou *software*, pelo que é adequada à aplicação na metodologia BIM [62]. No Quadro 3.3 indicam-se os elementos base desta notação que foram tidos em consideração no desenvolvimento dos mapas de processo.

Quadro 3.3 - Elementos base considerados na notação BPMN 2.0, adaptado de [29]

	Evento <i>Event</i>	Representam o que acontece durante um processo. Existem três tipos de eventos: de início, intermédios e de finalização
	Atividade <i>Process</i>	Trabalho efetuado ou tarefas executadas por uma pessoa ou sistema
	Gateway	Representam o percurso do fluxo de sequência num processo e são utilizados para controlar a divergência e convergência de fluxos num processo
	Fluxos de sequência <i>Sequence Flow</i>	Indicam a ordem das tarefas a executar
	Associação <i>Association</i>	Utilizado para associar os artefactos a um evento. É utilizada uma seta quando é necessário indicar a direção do fluxo de associação
	Conjunto <i>Pool</i>	Localização gráfica para posicionar um conjunto de atividades desenvolvidas por uma determinada entidade e o seu correspondente campo de ação durante o processo de colaboração.
	Faixa <i>Lane</i>	Dividem os conjuntos em secções (vertical ou horizontalmente) e permitem controlar a extensão de um processo. Permitem organizar e categorizar as atividades.
	Objeto de Dados <i>Data Object</i>	Fornecem informação sobre as atividades a executar e/ou sobre as suas finalidades. Podem representar um objeto individual ou um conjunto de objetos.
	Grupo <i>Group</i>	Agrupamento de elementos gráficos que se enquadram na mesma categoria. Permite organizar a informação e visualizar os objetos afetos a determinadas categorias de uma forma expedita.

Com base na notação referida, foram desenvolvidos mapas de processo com distinta granularidade, nomeadamente:

- I. Um mapa geral (mapa de nível I) que caracteriza todos os usos BIM relevantes para a Organização em função das diferentes áreas de negócio da mesma, no Anexo A;
- II. Mapas específicos que definam cada um dos Usos BIM de forma específica (mapas de nível II). No decurso do processo de implementação BIM foram desenvolvidos mapas de processo para cada um dos 17 Usos BIM supramencionados; no entanto, dado o âmbito da presente dissertação apenas são apresentados um conjunto restrito de mapas de processo. Na Figura 3.2 é apresentado o mapa de processo associado ao Uso BIM de “Codificação do modelo”.

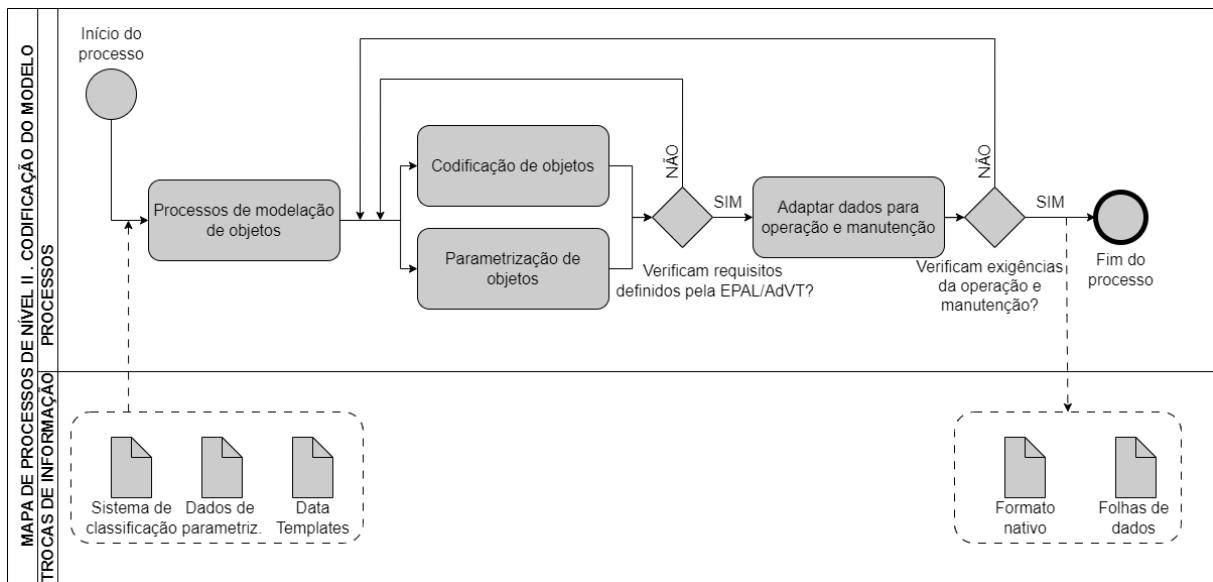


Figura 3.2 - Mapa de processos de nível II na EPAL/AdVT para o Uso BIM "Codificação do modelo"

3.3.4 Funções e responsabilidades das equipas

A implementação da metodologia BIM e os novos métodos de trabalho colaborativo que lhe estão associados exigem uma concisa definição das funções e responsabilidades associadas a todos os intervenientes nos processos BIM [41].

Atualmente, a legislação portuguesa prevê que, para uma entidade adjudicante como a EPAL/AdVT enquadrada nos termos previstos no artigo 2º do Código dos Contratos Públicos (CCP) [42], se apliquem as disposições indicadas na Portaria nº 701-H/2008 [44], recentemente substituída pela Portaria n.º 255/2023, de 7 de agosto [43] onde são definidos, para além de outros aspetos, as funções e responsabilidades inerentes à fase de projeto e obra, destacando-se pela relevância os seguintes:

- Coordenador de projeto → Técnico a quem compete, satisfazendo as condições exigíveis ao autor de projeto, garantir a adequada articulação da equipa de projeto em função das características da obra, assegurando a participação dos técnicos autores, a compatibilização entre os diversos projetos necessários e o cumprimento das disposições legais e regulamentares aplicáveis a cada especialidade;
- Projetista → Assume a responsabilidade pela elaboração de projeto ou programa, no âmbito, ou tendo em vista, a realização de um procedimento pré-contratual público;
- Coordenador de saúde e segurança em fase de projeto → Executa, durante a elaboração do projeto, as tarefas de coordenação em matéria de segurança e saúde, previstas na legislação aplicável;

No próprio CCP são ainda definidas as seguintes funções e responsabilidades:

- Gestor de contrato para a fase de projeto e obra → Tem a função de acompanhar permanentemente a execução do contrato, de forma a detetar eventuais desvios, defeitos ou outras anomalias na execução do mesmo, representando o Dono de Obra em todos os assuntos relacionados com o contrato em questão (Artigo 290.º-A do CCP);

- Fiscalização da obra → Representa o dono de obra em todos os assuntos relacionados com a obra (Artigo 344.^º do CCP).

As particularidades da implementação da metodologia BIM implicam a definição de novas funções e responsabilidades que, à data, não se encontram definidas na legislação nacional, pelo que estas foram definidas no Guia BIM tendo em conta os fluxos de trabalho na Empresa:

- Gestor BIM → Elemento fundamental na implementação de processos BIM que desempenha funções como a definição dos requisitos de informação do empreendimento BIM e a verificação periódica do cumprimento dos mesmos [41], a atribuição de responsabilidades a todos os envolvidos com base nas especificidades do empreendimento, a gestão da plataforma colaborativa em uso durante a fase de projeto e obra (gestão de pastas e documentação produzida, atribuição de permissões e criação de novos fluxos de aprovação), a definição dos níveis de detalhe geométrico e de informação exigíveis para as várias fases de desenvolvimento do empreendimento ou o apoio à gestão do modelo tal como construído (*as-built*) durante as fases de exploração, operação e manutenção. Refere-se ainda que as partes 1 e 2 da norma EN ISO 19650 identificam a necessidade de considerar a função de Gestor da Informação [29], [30], tendo, no caso da EPAL/AdVT, sido incorporada nas responsabilidades já definidas para o Gestor BIM;
- Coordenador BIM de projeto → Responsável por implementar a metodologia BIM em fase de projeto, nomeadamente coordenando os processos de deteção e resolução de incompatibilidades (*clash detection*), garantindo as trocas de informação fluidas entre modeladores, verificando se a qualidade da informação produzida respeita os critérios definidos no Plano de Execução BIM (BEP) de projeto e assumindo a responsabilidade pela qualidade na entrega dos modelos coordenados entre as várias especialidades;
- Coordenador BIM de obra → Assume a responsabilidade de garantir que as equipas em obra possuem as capacidades BIM necessárias, coordena as revisões do modelo de construção em conjunto com a EPAL/AdVT para a toma de decisões, informa as restantes partes da progressão do modelo de obra e garante que os Usos BIM definidos no BEP são cumpridos e assume a responsabilidade na gestão de interferências dos modelos em fase de obra.

Os mapas de processo indicados na Figura 3.3 e Figura 3.4 resumem as interações entre as funções definidas na legislação nacional e novas funções, para a fase de projeto e obra respetivamente. Salienta-se que, em empreendimentos de menor dimensão, as responsabilidades de coordenador de projeto/diretor de obra e coordenador BIM de projeto/de obra poderão ser acumuladas por um único elemento da equipa. Refere-se também que as responsabilidades do coordenador de segurança em obra são semelhantes às definidas para projeto sendo, no entanto, um elemento integrante da EPAL/AdVT. A função de revisor de projeto também não se encontra definida na legislação atual, sendo a sua responsabilidade a elaboração de uma análise crítica ao projeto e emissão de respetivo parecer (pode ser um elemento integrante da EPAL/AdVT ou ser contratação externa, desde que independente da equipa projetista).

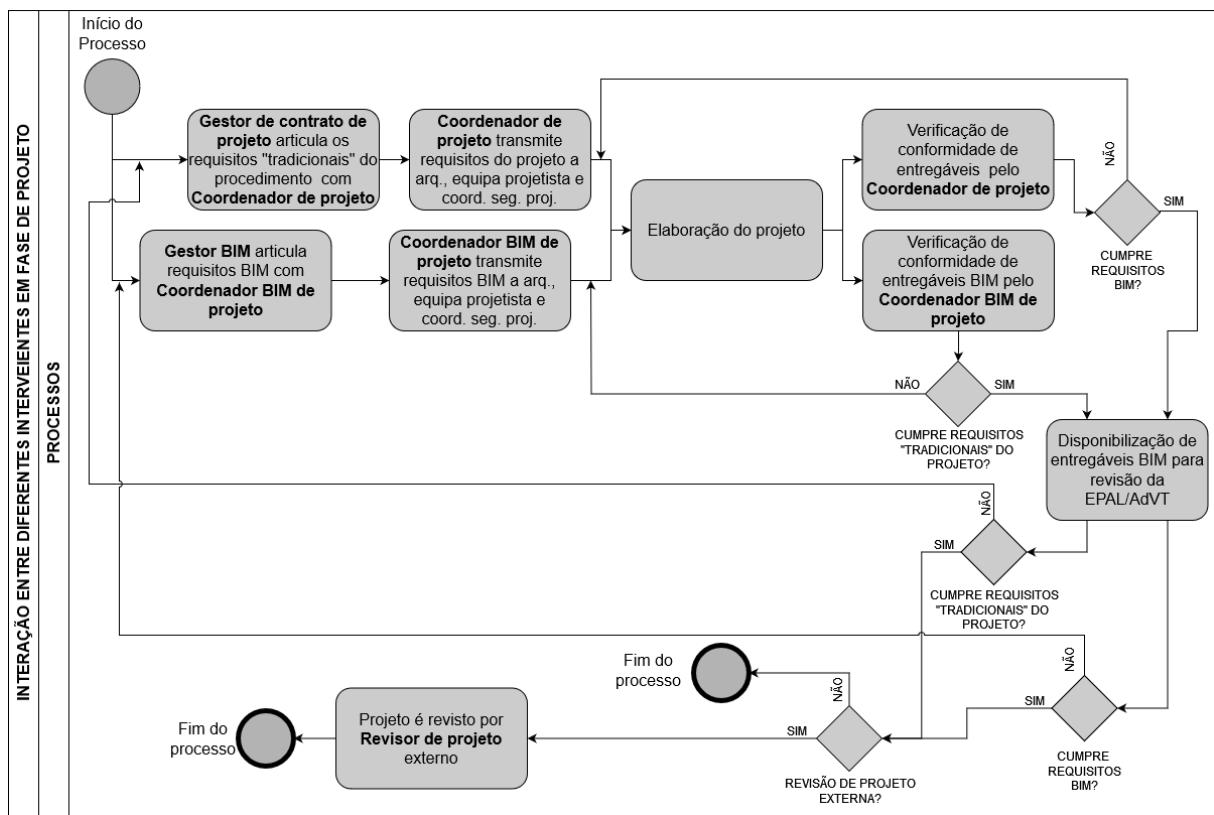


Figura 3.3 - Interação entre as várias funções na fase de projeto

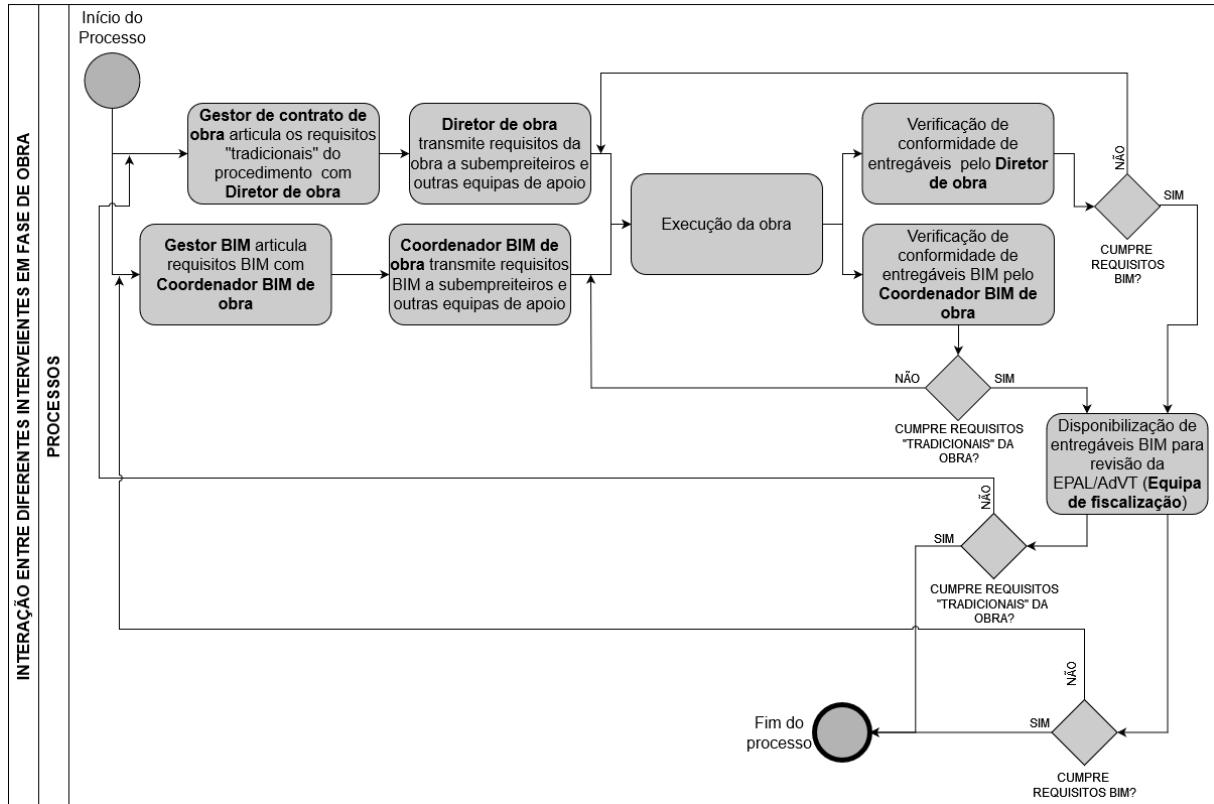


Figura 3.4 - Interação entre as várias funções na fase de obra

3.3.5 Procedimentos de colaboração

Com vista à materialização das trocas de informação indicados nos mapas de processo e na atribuição de funções e responsabilidades, torna-se necessário estabelecer uma plataforma digital de suporte à gestão da informação [29]. Esta plataforma, designada por Ambiente Comum de Dados (CDE – *Common Data Environment*) funciona como repositório agregador e de gestão de toda a informação produzida em contexto BIM [29]. Dessa forma e, dada a relevância da plataforma, a EPAL/AdVT considerou que a gestão da mesma deve estar sob a alçada do Dono de Obra.

Em primeiro instância, o estabelecimento da plataforma implica a definição de uma estrutura de pastas ajustada à realidade e necessidades da Empresa. As boas práticas internacionais recomendam, na norma EN ISO 19650-1, a definição de 4 áreas principais para a estruturação de pastas de trabalho colaborativo [29]. A mesma recomendação encontra-se reforçada no Guia de Contratação BIM, onde essas 4 áreas principais têm as suas designações e descrições traduzidas para língua portuguesa [41]. As 4 áreas propostas têm a seguinte definição, de acordo com o Guia da Contratação BIM:

- I. Área “Em curso” (*WIP – Work in Progress*) → Área onde são guardados os elementos de trabalho de cada prestador. Cada entidade terá a sua zona de trabalho onde deverá carregar os elementos de projeto cujo desenvolvimento se encontra em curso;
- II. Área “Validação” (*Shared*) → Área onde é carregada a informação produzida pelos prestadores ou coordenadores que aguarda validação pelo Gestor BIM e pelo Gestor do Empreendimento. Acesso condicionado às equipas definidas. Normalmente equipa projetista e equipa de obra;
- III. Área “Em vigor” (*Published*) → Área de difusão da informação para todas as entidades. Esta zona contém apenas a versão atual de cada grupo de informação garantindo um local único que completa toda a informação validada mais atual;
- IV. Área “Arquivo” (*Archive*) → Elementos que sejam emitidos pelas entidades devem ser arquivados quando substituídos por emissões mais recentes. O arquivo deverá ter permissões de acesso semelhantes às áreas de Validação e Em Vigor. O Arquivo permite manter um Historial do desenvolvimento do Empreendimento.

No entanto, face às vicissitudes da plataforma em utilização na EPAL/AdVT (*Autodesk Construction Cloud* – módulo *Docs*), que permite o acesso a versões anteriores de ficheiros sem necessidade de estabelecer uma área “Arquivo” e às próprias necessidades da Empresa enquanto entidade gestora, as 4 áreas propostas na norma foram adaptadas, nomeadamente eliminando a área de “Arquivo” e colocando uma pasta “Old” dentro das restantes áreas para ficheiros obsoletos que não são substituídos por versões atualizadas. Foi também considerada uma nova área denominada “Elementos Base”. Dessa forma, as 4 áreas propostas para uso na Empresa são as seguintes:

- I. Área “Elementos base” → Inclui os ficheiros necessários para o arranque da execução do empreendimento (e.g. ficheiros de arqueologia, geotecnia, licenciamentos, dados de projetos anteriores, bibliotecas de objetos, etc.). Os ficheiros são utilizados pelos intervenientes no empreendimento para o desenvolvimento dos respetivos trabalhos na “Área de trabalho em curso”;
- II. Área “Trabalho em curso” → Funcionamento idêntico ao sugerido nas boas práticas nacionais e internacionais, com a particularidade de que a EPAL/AdVT não exige a utilização desta área

por parte dos intervenientes externos (caso pretendam poderão utilizar as suas próprias plataformas para desenvolver os trabalhos);

- III. Área “Partilhado” → Funcionamento idêntico ao referido nas boas práticas nacionais e internacionais de normalização;
- IV. Área “Publicado” → Funcionamento idêntico ao referido nas boas práticas nacionais e internacionais de normalização

Na Figura 3.5 é indicada a estrutura recomendada pelas normas e guias de boas práticas nacionais e internacionais (esq.) e a adaptação desenvolvida pela EPAL/AdVT (dir.). Salienta-se que as 4 áreas propostas são idênticas para procedimentos em fase de projeto e obra; no entanto, as pastas contidas em cada uma das áreas serão naturalmente diferentes face aos objetivos e particularidades da fase de projeto e obra.

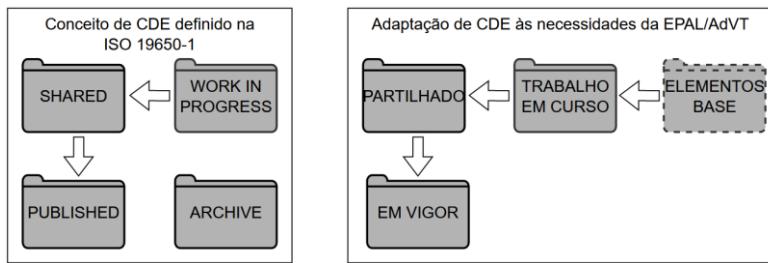


Figura 3.5 - Fluxo de informação ao longo dos blocos de informação (information containers) propostos na EN ISO 19650-1 (esquerda) e adaptação da EPAL/AdVT (direita)

Com o objetivo de promover a uniformização das pastas criadas e, tendo em conta que estas poderão ser mutáveis consoante as particularidades do procedimento em questão definiu-se, com base em guias orientadores [73], [74], um conjunto de regras de nomenclatura a verificar, nomeadamente:

- Utilização de caracteres alfanuméricos;
- Utilização de nomes contínuos sem espaços, cujo caminho total não poderá ser superior a 256 caracteres;
- Nomes das pastas abreviados sem pôr em causa o seu significado lógico;
- Nomes das pastas em *UpperCamelCase*;
- Sempre que a designação de uma pasta for um acrónimo, este deve estar em *Caps Lock*;
- Pastas só devem ser numeradas quando há necessidade de manter um fluxo lógico, devendo ser utilizado o separador “_” para separar o número do nome das pastas;
- Pastas só devem ser criadas se a sua utilização fizer sentido para o projeto (e.g. pastas de acrónimos de especialidades podem não ser utilizadas em determinados projetos);
- Não utilizar “.” ou outros caracteres especiais;
- Não deve ser utilizada acentuação nem “ç”;
- Caracteres numéricos (0-9);
- Não devem ser utilizados espaços.

No Anexo B apresenta-se a estrutura de pastas para a fase de projeto já em uso na Empresa. Para explicitar os fluxos que a informação contida em cada uma das pastas percorre ao longo do desenvolvimento de um procedimento em BIM e os respetivos mecanismos de aprovação e validação, foi desenvolvido um fluxograma de apoio que se encontra espelhado no anexo referido.

Para agilizar a uniformização de trabalho em ambiente BIM, é também necessário definir uma codificação para os ficheiros que constituem o procedimento BIM. Para o efeito, a norma EN ISO 19650-2 indica que todos os blocos de informação devem possuir uma identificação (ID) única para esse bloco de informação com uma estrutura separada por um delimitador “-” [30], propondo a seguinte codificação de informação:

```
<Project> - <Originator> - <Volume/System> - <Level/Location> - <Type> - <Role> - <Number>
```

Face à especificidade dos procedimentos internos já instaurados na EPAL/AdVT, verificou-se que a classificação proposta na norma era insuficiente para atingir os objetivos da Empresa. Dessa forma, foi desenvolvida uma nova classificação tendo por base os princípios definidos na ISO:

```
ENG <Código do empreendimento> <Tipo de procedimento> _ <Fase> _ V <Volume> T <Tomo> _  
<Especialidade> _ <Tipo de ficheiro> _ <Número de desenho ou anexo> _ F <Número de folha> _  
<Total de folhas> _ R <Revisão>
```

No Anexo C apresenta-se, em detalhe, a codificação proposta pela EPAL/AdVT.

3.3.6 Requisitos dos modelos BIM e informação associada

Para uma entidade gestora como a EPAL/AdVT, os requisitos dos modelos executados advêm da definição dos Requisitos de Informação do Projeto (PIR – *Project Information Requirements*) e Requisitos de Informação dos Ativos (AIR – *Asset Information Requirements*). Os PIR permitem estabelecer, para procedimentos específicos, os Requisitos de Trocas de Informação (EIR – *Exchange Information Requirements*) [30], que constituem a base do Modelo de Informação de Projeto (PIM – *Project Information Model*) e que são apresentados ao longo do presente capítulo. Os PIM correspondem aos modelos de projeto, sendo necessário, para cada objeto individual constituinte desses modelos (ou grupo de objetos idênticos), definir os respetivos requisitos de informação geométrica e requisitos de informação não-geométrica. Finda a fase de modelação e, aquando da entrega dos modelos para a fase de gestão dos ativos, estes passam a constituir modelos de informação do ativo (AIM – *Asset Information Model*). Os AIM contêm informação que advém da fase de projeto e obra, bem como requisitos específicos definidos pelos responsáveis pela gestão dos ativos nos AIR, pelo que se torna necessário articular essa informação e requisitos díspares para que se obtenham AIM com a máxima qualidade possível. Os requisitos de informação definidos são apresentados na Figura 3.5.

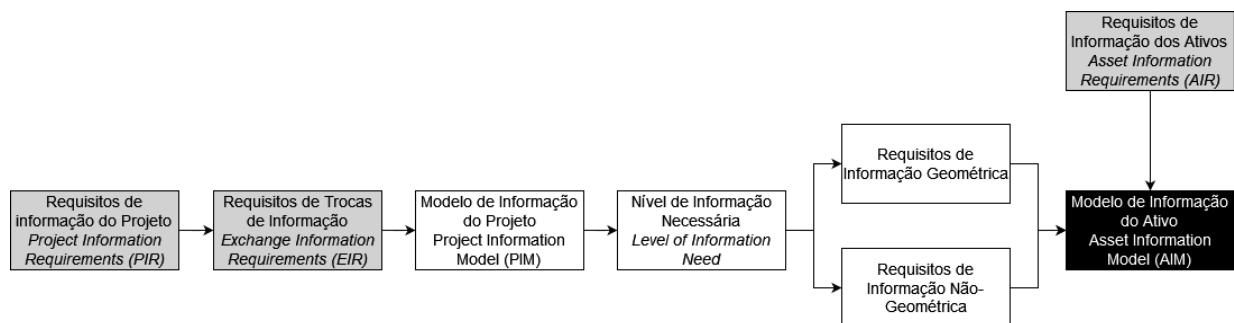


Figura 3.6 - Requisitos de informação relevantes para a EPAL/AdVT

Para definir o nível de informação geométrica dos PIM, utilizou-se a classificação de nível de desenvolvimento dos modelos (LOD – *Level of Development*) desenvolvida pelo organismo BIMFORUM [90]. Este sistema de classificação define os requisitos de detalhe geométrico que alguns objetos modelados - essencialmente elementos de construção civil, algum equipamento elétrico e de aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC) - devem atingir para verificar um determinado LOD dado que essa classificação pode ser LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 350, LOD 400 ou LOD 500. Optou-se por, nesta fase inicial de implementação BIM, exigir que todos os elementos a modelar verifiquem, pelo menos, os requisitos de LOD 350 na entrega dos projetos de execução.

Tendo em conta que a área de negócio da EPAL/AdVT é, em parte considerável, dominada por estruturas já existentes, adotou-se a classificação de nível de exatidão (LOA – *Level of Accuracy*) proposta pelo *Institute of U.S. Building Documentation* para a modelação dessas estruturas a partir de nuvens de pontos [91], como indicado no Quadro 3.4.

Quadro 3.4 - Classificação LOA proposta pelo Institute of U.S. Building Documentation (USIBD)

Nível de exatidão (<i>Level of Accuracy</i>)				
15cm	5cm	15mm	5mm	1mm
5cm	15mm	5mm	1mm	0
LOA				
LOA10	LOA20	LOA30	LOA40	LOA50

Limites superior e inferior

Com base num guia de *standards* BIM desenvolvido pela Universidade Internacional da Florida (FIU – *Florida International University*) definiram-se as tolerâncias de modelação face ao executado para o caso de equipamentos eletromecânicos ($\pm 1,5\text{mm} \rightarrow \text{LOA40}$) e para os elementos estruturais e sistemas lineares como condutas ($\pm 3,5\text{mm} \rightarrow \text{LOA40}$) [92]. De forma análoga, foram também definidas as tolerâncias para a modelação da envolvente exterior ($\pm 25,0\text{mm} \rightarrow \text{LOA20}$) [93].

A definição do nível de detalhe geométrico assume uma importância significativa em todo o processo BIM, na medida em que permite o estabelecimento de procedimentos de verificação e sinalização de interferências nos modelos, contribuindo consequentemente para o aumento da qualidade dos mesmos e para a diminuição do número de erros e omissões a jusante (e.g. durante a execução em obra). Nesse sentido, foram tidas em conta as seguintes premissas relativamente às possíveis interferências:

- Podem ser classificadas como sendo de nível grave, moderado ou reduzido (*hard*, *soft* e *workflow clash*, respetivamente). As primeiras têm um impacto crítico nos modelos e ocorrem quando múltiplos objetos modelados ocupam o mesmo espaço (e.g. pilar a atravessar uma parede ou tubagem a atravessar uma viga metálica). As segundas ocorrem geralmente entre especialidades diferentes e dizem respeito a casos em que um objeto modelado não respeita a área necessária à implantação de outro objeto (e.g. modelação de um grupo eletrobomba com uma determinada área envolvente destinada à operação e manutenção do ativo a entrar em conflito com a modelação de uma parede). As últimas dizem respeito a conflitos no planeamento relacionados com a entrega de equipamentos e materiais para a fase de obra, denominando-se também por incompatibilidades 4D (*4D clashes*);

- Os softwares de deteção de interferências podem identificar algumas interferências que não devem ser consideradas nas análises efetuadas (e.g. interferências nas fases iniciais de um projeto em que a geometria dos objetos poderá estar ainda definida de uma forma rudimentar).
 - Não é exequível corrigir todas as interferências detetadas, sob pena do processo de modelação se tornar pouco eficiente e pelo facto da resolução dessas interferências não transmitir um valor acrescentado tangível no que à qualidade final do projeto diz respeito. O coordenador BIM assume a responsabilidade de assegurar que essas interferências não implicam o normal desenvolvimento do projeto e obra.

As especificações de deteção de incompatibilidades devem ser acordadas entre a EPAL/AdVT e os parceiros externos no início da execução de um empreendimento BIM e refletidas no preenchimento de uma matriz de deteção de incompatibilidades (*clash detection matrix*) que deve ser parte integrante do BEP a desenvolver. Essa matriz indica quais os modelos de especialidade que devem ser coordenados e submetidos a deteção de conflitos, tal como indicado na matriz parcial apresentada no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 - Exemplo de preenchimento parcial de uma matriz de interferências

	ARQ	AVC	HAR	IEG	GEO
ARQ	Lajes Paredes, Núcleos e Barreiras Tectos	Gestão E Tratamento De Gases Condução De Ar E Vapores Circuitos De Ventilação, Aquecimento E AVAC	Órgãos De Tratamento Da Fase Líquida Órgãos De Tratamento Da Fase Sólida Circuitos De Água Bruta	Rede Elétrica E Acessórios Transporte E Plataformas Elevatórias Controlo Mecânico E Elétrico	Escavações Drenagem E Estabilização Contenções
AVC	x	X X	X X X	X X X X X X	
HAR			X X X X X X	X X X X X X X X	
IEG			X X X X X X X X	X X X X X X X X	
GEO		X			

(NOTA: ARQ – Arquitetura; AVC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado; HAR – Hidráulica de Águas Residuais; IEG – Instalações Elétricas Gerais; GEO – Geotecnia)

O procedimento de sinalização e resolução de incompatibilidades deve ser assegurado da seguinte forma (tal como indicado na Figura 3.7):

- I. É efetuada uma análise de conflitos (graves e moderados) a cada um dos modelos de especialidade e é exportado um relatório de incompatibilidades por parte da equipa dedicada a cada especialidade;

- II. Caso não sejam verificados conflitos nos modelos de especialidade, estes são importados na plataforma colaborativa e federados, passando a constituir um modelo federado;
- III. Esse modelo federado deve ser posteriormente revisto pelo coordenador BIM. Caso se revele a existência de interferências impactantes no normal desenvolvimento dos modelos (graves e moderadas), o processo retorna ao ponto I.

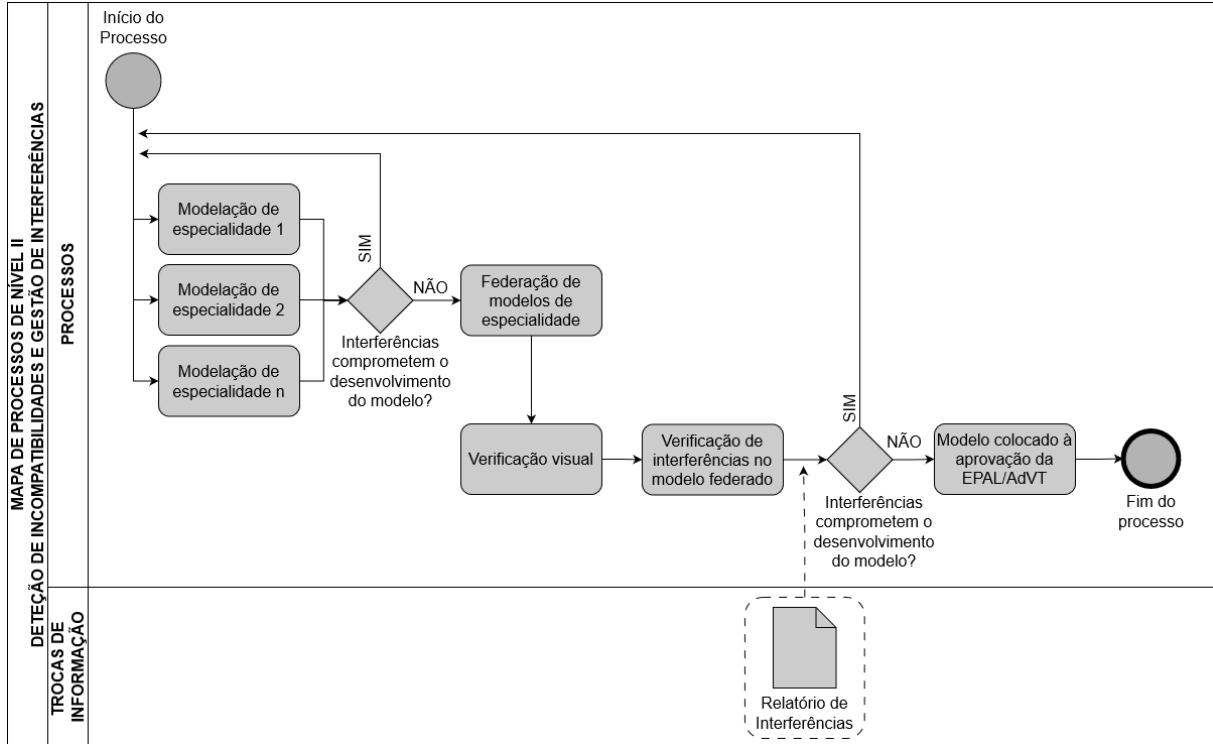


Figura 3.7 - Mapa de processos referente à análise de interferências nos modelos

Em termos de informação não-geométrica devem ser estabelecidas métricas que garantam que esses dados têm a qualidade exigível e a quantidade e granularidade adequada ao seu propósito, de forma a atingir todos os objetivos da Empresa [29]. Essa quantidade e granularidade de informação deve ser a mínima possível que permita atingir todos os objetivos, para evitar o desperdício de informação. Essas métricas variam consoante o tipo de elemento a entregar, sendo definidas na EN ISO 19650-1 como:

- Formatos de entrega de informação;
- Estrutura do modelo de informação;
- Metodologias de estruturação e classificação de informação;
- Nomes de parâmetros de meta dados, por exemplo propriedades de elementos construtivos e informação sobre os elementos a entregar.

Dessa forma, definiu-se que toda a informação deve ser entregue à EPAL/AdVT no formato nativo em que essa informação foi produzida e em formato aberto. A exigência de entrega de informação em formato aberto salvaguarda a sua preservação no caso do software de origem se tornar obsoleto ou indisponível, potenciando ao mesmo tempo a interoperabilidade entre diferentes softwares que utilizem a mesma informação. No Quadro 3.6 indicam-se os formatos de entrega consoante o tipo de informação.

Quadro 3.6 - Formatos de entrega consoante o tipo de informação

Tipo de ficheiro	Formato de origem	Formato aberto
Modelos tridimensionais	Formato de origem do software de modelação	.ifc
Dados tridimensionais (como nuvens de pontos)	Formato de origem do software de tratamento desses dados	E57
Folhas de dados obtidas dos modelos (como normalização COBie*)	-	.ifcXML e/ou .xlsx

*COBie - Computer Operations Building Information Exchange

A estrutura do modelo de informação diz respeito à estrutura implementada em ambiente colaborativo (estrutura de pastas e codificação de ficheiros) já referida em 3.3.5, enquanto a metodologia de classificação da informação e nomes de parâmetros e meta dados são abordados em 3.4 e 3.6, respetivamente.

3.3.7 Procedimentos de operacionalização

Os prestadores de serviço dão resposta aos requisitos e diretrizes referidos no presente capítulo através do desenvolvimento de Planos de Execução BIM (BEP – *BIM Execution Plan*). Os BEP são especificamente talhados para cada procedimento (projeto e obra) mantendo, no entanto, a sua estrutura base inalterada independentemente do tipo de procedimento a executar. São documentos dinâmicos, desenvolvidos e atualizados por todos os envolvidos num determinado procedimento cujo objetivo é manter um registo de todas as trocas de informação e todos os processos a executar.

Para o efeito, num procedimento corrente em BIM (execução de projeto e obra segundo esta metodologia) a sua elaboração deve iniciar-se durante o concurso da fase de projeto, onde os proponentes dão resposta aos requisitos de informação da entidade contratante [41], podendo propor as alterações aos métodos de produção de informação exigidos pela entidade contratante que considerem necessárias e que permitam aumentar a eficiência de processos [30] como, por exemplo:

- I. Na captura de informação sobre ativos existentes;
- II. Na criação, revisão e aprovação de informação desenvolvida;
- III. Na segurança e distribuição da informação;
- IV. Nos processos de entrega de informação à entidade contratante.

O documento elaborado nessa fase é denominado BEP Pré-Contrato, sendo que após a adjudicação surgirá o BEP Pós-Contrato, que corresponde a uma versão incrementada do anterior, no qual os objetivos do prestador de serviços e da entidade contratante são alinhados de modo a garantir a fluidez necessária para o processo produtivo BIM [41] e cuja versão final deverá corresponder a um dos entregáveis da fase de projeto. Esse BEP poderá posteriormente servir como base à apresentação de propostas na fase de obra sendo que, o adjudicatário da fase de obra deverá trabalhar sobre esse BEP de projeto e entregar um BEP de obra após o término da mesma, tal como indicado na Figura 3.8.

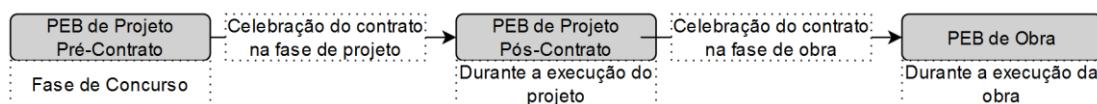


Figura 3.8 - Evolução de Planos de Execução BIM num procedimento tradicional

Não obstante, no caso de um procedimento de conceção-construção, poderá ser realizada uma transição direta do BEP de Projeto Pré-Contrato para BEP de Obra.

Tendo por base estes propósitos e exemplos já em uso a nível internacional [94]–[100], foram desenvolvidos *templates* para os vários BEP a utilizar em procedimentos realizados para a EPAL/AdVT, encontrando-se os mesmos já em uso na Empresa.

3.4 Nomenclatura de objetos

Os modelos BIM são formados por objetos que podem ser enquadrados nas seguintes categorias:

- I. Objetos genéricos que integram as bases de dados dos softwares de modelação;
- II. Objetos modelados por fabricantes;
- III. Objetos modelados por entidades externas (projetistas, empreiteiros ou outros) no decurso da execução de um empreendimento em BIM;
- IV. Objetos fornecidos pela entidade contratante como parte integrante da sua biblioteca de objetos interna.

Tendo por base documentos orientadores nesta temática [73], [74], cada uma das categorias de objetos referida deve respeitar as seguintes regras:

- Devem ser apenas utilizados carateres do alfabeto latino básico (a-z, A-Z) com um máximo de 75 carateres;
- Não deve ser utilizada acentuação nem “ç”;
- Carateres numéricos (0-9);
- Não devem ser utilizados carateres especiais, símbolos ou operadores matemáticos;
- Deve ser utilizado o separador “_” como separador entre os vários campos que constituem a nomenclatura de um objeto;
- Separador “.” deve ser apenas utilizado para indicar a extensão do ficheiro;
- Não devem ser utilizados espaços.

A estrutura proposta para nomenclatura desses objetos contém os campos indicados no Quadro 3.7.

Quadro 3.7 – Nomenclatura de objetos dos modelos

Tipo	Descrição	Exemplo
<Fonte>	Identificação da origem	<Generico> OU <NomeFabricante>
<Tipo>	Identificação do tipo de objeto	Valvula
<Subtipo/Código do Produto>	Identificação do subtipo de objeto	Cunha
<Diferenciador>	Fornecer informação adicional necessária para identificar o objeto. Pode existir mais do que um diferenciador	DN50

A título de exemplo, caso não exista fabricante → Generico_Valvula_Cunha_DN50. Caso exista fabricante → NomeFabricante_Valvula_Cunha_DN50.

3.5 Sistema de classificação e codificação de ativos

A EPAL/AdVT tem em uso, nas suas várias Direções, múltiplos sistemas de classificação da informação com diferentes abrangências e especificidades, desde cadastro de equipamentos e elementos de construção civil, cadastro de infraestruturas e sistemas lineares em SIG (Sistemas de Informação

Geográfica) e sistemas de classificação para controlo e orçamentação. Estas classificações foram desenvolvidas com propósitos específicos ao fim que lhes foi destinado, revelando-se difícil extrapolar os princípios adotados para o uso na metodologia BIM.

Dessa forma, face à transversalidade da metodologia BIM ao longo de todo o ciclo de vida dos ativos, foi necessário adotar uma perspetiva holística na utilização de um sistema de classificação adaptado a esta metodologia. Consequentemente, tendo por base as diretrizes indicadas na EN ISO 12006 e os sistemas de classificação da informação da construção (CICS) abordados em 2.6.2 e respetivas as valências e défices de cada um, procurou-se utilizar um sistema de classificação de ativos que:

- I. Permite a identificação e rastreamento de todos os ativos relevantes para a Empresa presentes nos modelos BIM através da associação desses ativos a um código hierárquico, evitando assim ambiguidades nas respetivas nomenclaturas (e.g. medidor de caudal e caudalímetro podem ser designações distintas para o mesmo ativo, podendo ainda ser utilizadas abreviaturas como “med caudal” ou utilização ou não do acordo ortográfico “atuador” vs “actuador”);
- II. Permite o mapeamento direto a outros sistemas baseados na EN ISO 12006;
- III. Seja independente do *software* BIM utilizado, seja estável para permitir a aplicação em todos os contextos sem alterações substanciais e flexível na adição de novas entradas;
- IV. Esteja harmonizado com os sistemas de gestão de ativos já em uso na Empresa, através da utilização da sintaxe já considerada nesses sistemas, sem se sobrepor a esses sistemas. Nos sistemas de gestão de ativos, o objetivo é classificar com especificidade suficiente até atingir o MMI (*maintenance managed item*), que corresponde ao ativo ou componente que existe no nível mais baixo da hierarquia e para o qual serão levadas a cabo decisões de reparação, reabilitação ou substituição (e.g. motor de grupo eletrobomba) [101];
- V. Agrupe os ativos em classes de acordo com o seu tipo e não pela função que desempenham num determinado sistema;
- VI. Facilite a extração de quantidades dos modelos e permita a associação aos respetivos artigos dos Mapas de Quantidades de Trabalho.

3.5.1 Abordagem inicial

A estratégia de abordagem inicial consistiu numa análise dos vários sistemas de classificação inerentes à Empresa, tendo-se constatado que:

- I. No caso da gestão de ativos da Empresa (maioritariamente desenvolvida no *software IBM Maximo*), a classificação de um determinado ativo depende da localização do mesmo, sendo o código do ativo constituído por uma sequência Infraestrutura → Localização do ativo → Posição do ativo → Ativo, pelo que dois ativos idênticos na sua tipologia terão codificações distintas em função da sua localização. No Quadro 3.8 apresenta-se um exemplo de dois ativos com a mesma tipologia (boia de nível) com codificações distintas em função da sua localização;
- II. No caso do controlo orçamental e compras em *software SAP*, os ativos se encontravam classificados em 3 classes, sendo essas “Equipamentos”, “Instalações Elétricas” e “Construção Civil”;

Quadro 3.8 - Estrutura de classificação e codificação utilizada pela gestão de ativos da Empresa

Código Software Maximo	Descrição do ativo em função da sua localização e posição
EERXXX-POCOOOO-BONIV01	Boia de nível de paragem do poço da estação elevatória da <i>localidade XXX</i>
ETRXXX-EELAMA0-BONIV01	Boia de nível de paragem da estação elevatória de lamas da ETAR da <i>localidade XXX</i>

Tendo por base os requisitos de classificação da informação em contexto BIM identificados no subcapítulo 2.9, verificou-se que a estratégia de classificação implementada pela DGA em *Maximo* não era compatível com a metodologia BIM.

Assim, a partir de uma listagem de ativos extraídos do *Maximo* e uniformizados unicamente pela sua tipologia e não pela sua função ou localização (e.g. boia de nível), procurou-se enquadrar esses ativos nas 3 classes já em utilização no software SAP, de acordo com o ponto II supra. No Quadro 3.9 apresenta-se um excerto de algumas das classes principais criadas para agrupar os ativos extraídos do *Maximo* à estrutura do SAP, para as Tabelas de “Equipamentos” e “Instalações Elétricas”.

Quadro 3.9 - Adaptação dos ativos extraídos do Maximo à estrutura SAP

TABELA EQUIPAMENTOS	TABELA EQUIPAMENTOS (Cont.)	TABELA EQUIPAMENTOS (Cont.)	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
Equipamentos Hidráulicos Bombas Centrífugas Doseadoras Volumétricas Drenagem Válvulas Controlo e Seccionamento de Fluxo Controlo de Nível Controlo de Pressão Tanques, cilindros e Reservatórios Armazenamento de sólidos Armazenamento de Líquidos Armazenamento de Gases Redes de Tubagens Circuitos	Equipamentos de Controlo de Processos Hardware de Controlo de Comunicação Automatização Redes de Telecomunicações Redes de Computadores Computadores e Periféricos Equipamentos de Detecção e Controlo Detecção de Gases Detecção e Controlo de Incêndio Detecção de Intrusão Segurança e Proteção Individual Equipamentos de Medição e Análise Medidores de Caudal Medidores de Nível Medidores de Pressão Medidores de Concentração de Gases Medidores de Propriedades de Líquidos Medidores de Humidade Transdutores Etc.	Equipamentos de Movimentação de Cargas Equipamentos de Elevação Plataformas elevatórias Equipamentos de Empilhamento Mecanismos Elevatórios Equipamentos de Transporte Manuais Mecânicos	Gestão de Circuitos Elétricos e Fornecimento e Armazenamento de Energia Circuitos Elétricos Quadros Circuitos de Iluminação, Luminárias e Acessórios Proteção da Rede Estabilizadores de Potência Estabilizadores de Velocidade Fornecimento de Energia Geradores e Fontes de Iluminação Painéis Solares Fotovoltaicos Armazenamento Energético Baterias e Carregadores

Esta classificação de ativos apresentava alguns défices, nomeadamente:

- Não previa a classificação dos espaços, zonas, edifícios e infraestruturas onde os ativos se inserem;
- A divisão entre equipamentos e instalações elétricas era pouco clara e conduzia a ambiguidades dos utilizadores (e.g. um disjuntor deve ser enquadrado na tabela de equipamentos ou instalações elétricas).

Por conseguinte, procurou-se compreender qual o estado do setor AECO a nível internacional no que às classificações de ativos dizem respeito, tendo sido estabelecidos contactos com a entidade *Scottish Water*, responsável pela gestão do abastecimento de água e saneamento na Escócia e membro da BIM4Water (através do Governo Escocês). Constatou-se, a partir desses contactos, da relevância do sistema de classificação *Uniclass2015* para o setor da água britânico e ao grande esforço que tem sido desenvolvido pela NBS (entidade promotora do *Uniclass2015*) para que este sistema tenha uma aplicação crescente e generalizada a nível internacional em todo o setor AECO.

Reconhecendo as valências do sistema *Uniclass2015* na contribuição para a normalização BIM, procurou-se corresponder a listagem de ativos da EPAL/AdVT a esse sistema, de acordo com a abordagem indicada na Figura 3.9. Em primeiro lugar, estabelecendo uma correlação entre as semânticas dos ativos da EPAL/AdVT e a semântica utilizada no sistema *Uniclass2015* e atribuindo aos ativos da EPAL/AdVT o respetivo código *Uniclass2015* sempre que essa correspondência era identificada. Posteriormente, traduzindo as classes subordinantes que continham esses ativos para

língua portuguesa, a fim de facilitar a utilização do sistema (dado tratar-se de um sistema anglo-saxónico).



Figura 3.9 - Abordagem de compatibilização entre ativos EPAL/AdVT e sistema Uniclass2015

Para levar a cabo este processo de compatibilização, em especial na fase de tradução das classes subordinantes, consultaram-se também as traduções preliminares do sistema Uniclass2015 para língua portuguesa desenvolvidas pelo projeto SECClassS, tendo contribuído para afinar a tradução de algumas terminologias propostas pelo autor desta dissertação.

O processo completo utilizado na primeira abordagem encontra-se resumido na Figura 3.10.

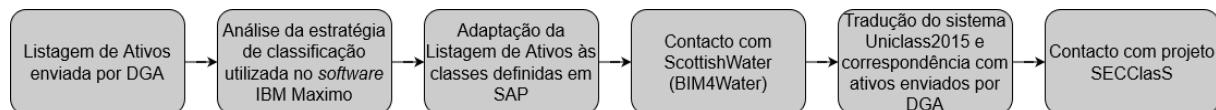


Figura 3.10 - Processo utilizado para a definição inicial do sistema de classificação desenvolvido

3.5.2 Abordagem definida de sistema de classificação – Versão 1

A EPAL/AdVT, em função da sua área de negócio e métodos de trabalho instaurados, gera um conjunto de ativos muito específicos com terminologias muito próprias. O cadastro da Empresa incorpora elementos que vão desde ativos com várias décadas de operação até ativos adquiridos à presente data. Dessa forma, através da aplicação direta dos vários sistemas de classificação verificou-se a existência de défices na correspondência entre os ativos geridos pela EPAL/AdVT e as designações presentes no *Uniclass2015*, (utilização de designações distintas ou não existência de entradas nos sistemas que correspondessem aos ativos da EPAL/AdVT). Essas incompatibilidades já tinham sido identificadas por outras entidades e empresas do setor AECO [48], [49], [102], tendo motivado o desenvolvimento de sistemas de classificação internos com diferentes características e tipologias de organização da informação. Mais, para que um sistema de classificação cumpra adequadamente a sua função e assumir-se como um referencial para todo o setor da construção portuguesa, tem de refletir as filosofias e especificidades próprias do país e organizações, não podendo limitar-se a “importar” as abordagens de sistemas já existentes outros [70].

Por conseguinte, foi desenvolvido um sistema de classificação ajustado aos objetivos e necessidades da Empresa (tendo por base o sistema *Uniclass2015*), garantindo assim o cumprimento da norma EN ISO 12006-2 [28] e uma eventual transição futura para um CICS de âmbito nacional baseado nesse sistema [66].

Para o efeito foi adotada a seguinte estratégia [67]:

- I. Definição das classes principais para as várias tabelas do sistema de classificação;
- II. Criação das facetas para cada classe principal, existindo duas abordagens possíveis:
 - a. Abordagem *bottom-up* → Levantamento de todos os objetos que pertencem a cada classe a partir da informação contida nas bases de dados dos sistemas de gestão de ativos da Empresa. De seguida, os ativos contidos nessa listagem foram agrupados por características que os definem (e.g. equipamentos apenas dedicados ao

- tratamento da fase sólida de efluentes), utilizando a semântica já em uso nos sistemas de gestão de ativos da Empresa;
- Abordagem *top-down* → Identificando todos os princípios de divisão aplicáveis a uma classe e, posteriormente, listando todos os objetos que podem ser agrupados consoante esses princípios de divisão.

Para a criação do sistema de classificação de ativos da EPAL/AdVT, foi inicialmente levada a cabo uma abordagem *bottom-up*, tendo sido posteriormente complementada com uma abordagem *top-down* como forma de verificar se não existiam omissões no sistema.

O sistema desenvolvido com base neste processo assenta em 5 tabelas hierárquicas (referentes à localização e à codificação dos ativos) que pretendem abranger as várias áreas de negócio da Empresa, tal como indicado na Figura 3.11.

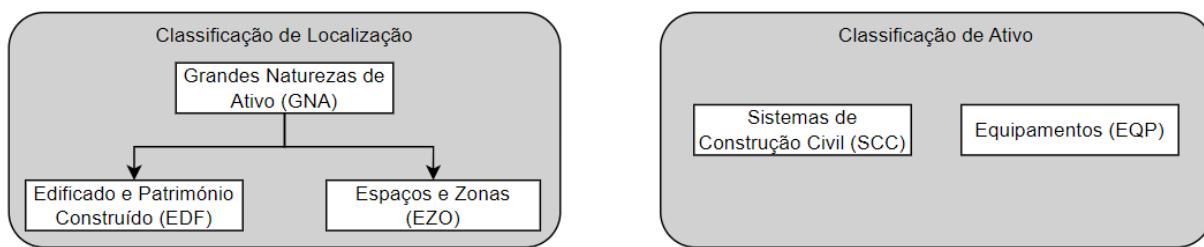


Figura 3.11 - Tipologia do sistema de classificação por localização e por ativo

Em termos de classificação de localização, a tabela de Grandes Naturezas de Ativo (GNA) corresponde à forma mais abrangente de classificação que descreve um empreendimento BIM sobre o qual assenta toda a modelação, como uma Estação Elevatória (EE), Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), barragem, reservatório, etc. A tabela de Edificado e Património Construído (EDF) corresponde aos edifícios e outras estruturas (e.g. células de reservatórios) que constituem uma GNA, enquanto a tabela de Espaços e Zonas (EZO) classifica as áreas de circulação e ligação entre espaços ou edifícios (e.g. corredores) e as áreas que dizem respeito às áreas de negócio da Empresa como a operação de equipamentos (e.g. câmara de manobras de reservatório).

Em termos de classificação dos ativos, a tabela de Sistemas de Construção Civil (SCC) define os vários sistemas presentes numa estrutura, como elementos de construção civil ou circuitos. Em suma, um sistema representa a agregação de vários componentes ou equipamentos (e.g. um sistema de parede é composto por alvenaria de tijolo, reboco e revestimento enquanto um circuito de lamas contém equipamentos como centrífugas, parafusos transportadores ou espessadores). Por outro lado, a tabela de Equipamentos (EQP) classifica os objetos modelados que, individualmente, desempenham uma determinada função nos modelos (e.g. bomba centrífuga) e que, quando agrupados, constituem sistemas.

As tabelas desenvolvidas são, à semelhança de outros CICS, independentes entre si e contemplam vários níveis de classes com crescente grau de granularidade. No Quadro 3.10 são indicados os níveis de classe para cada tabela e o paralelismo entre a informação de cada uma e o sistema *Uniclass2015*.

Quadro 3.10 - Níveis de classes de cada tabela desenvolvida e correspondência ao sistema Uniclass2015

Acrónimo	Definição	Níveis de Classes	Correspondência ao sistema Uniclass 2015
GNA	Grandes Naturezas de Ativo	N ₁ - N ₃	Complexes
EDF	Edificado e Património Construído	N ₁ - N ₄	Entities
EZO	Espaços e Zonas	N ₁ - N ₄	Spaces/Locations
SCC	Sistemas de Construção Civil	N ₁ - N ₄	Systems
EQP	Equipamentos	N ₁ - N ₄	Products e Tools&Equipment

Posteriormente, foi desenvolvido um sistema de codificação de forma a permitir identificar, através de um código unívoco e único, todas as entradas semânticas previamente classificadas considerando, para o efeito, a análise dos vários sistemas identificados em 2.9.2 (em especial do sistema *Uniclass2015* [72]) e da proposta da entidade *Railway Innovation Hub* [50], assente nos seguintes propósitos:

- Nível 1 (N₁) → Definido pelos acrónimos de 3 letras indicados no Quadro 3.10. Refere-se que o acrónimo de GNA era o único já em utilização na Empresa;
- Níveis 2 a 5 (N₂ a N₄) → Definidos através de caracteres numéricos com 3 algarismos com um intervalo de 10 entradas entre cada classe coordenada de forma a permitir, no futuro, acomodar até 9 novas entradas entre cada uma das existentes, sem que seja necessário alterar a numeração das classes existentes. Dessa forma, é possível agrupar até 999 entradas em cada nível;
- Utilização do símbolo “_” como separador entre os vários níveis das classes.

O procedimento de introdução de novas entradas no sistema encontra-se definido na Figura 3.12. Salienta-se que, à data, a presente versão da tabela EQP já tem novas entradas entre existentes (0-9), fruto da introdução de novos ativos.

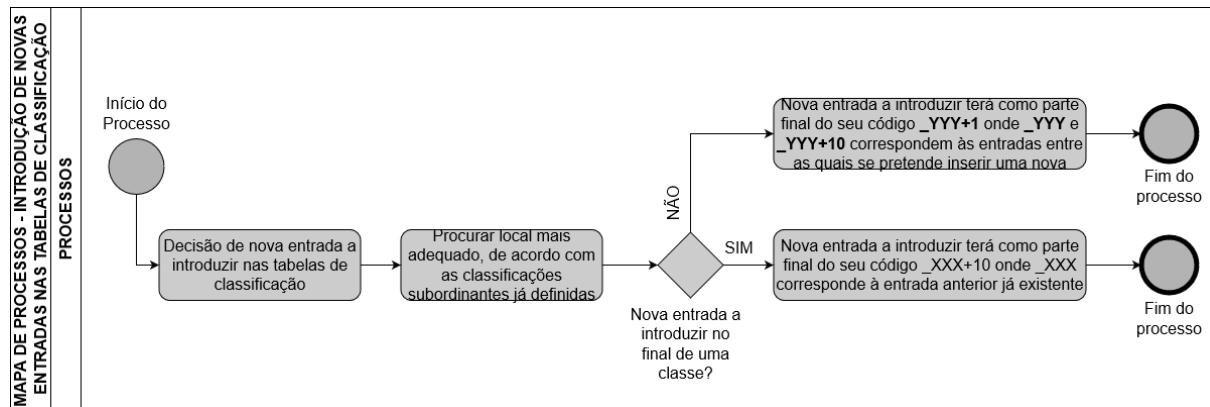


Figura 3.12 - Mapa de processos de apoio à introdução de novas entradas no sistema de classificação

A estrutura do sistema de classificação e codificação de ativos foi desenvolvido em *Microsoft Excel*, de forma a permitir uma importação expedita no software *Autodesk Revit* através do *plugin-in BIM Interoperability Tools*. [103]. Para as entradas do sistema onde se verificou que a semântica já era

semelhante ou idêntica à utilizada no sistema *Uniclass2015* e/ou respetiva tradução do projeto SECClasS, foi estabelecida essa correspondência entre sistemas, como identificado na Quadro 3.11.

Quadro 3.11 - Estrutura proposta para o sistema de classificação de ativos desenvolvida (exemplo da Tabela Equipamentos)

TABELA EQUIPAMENTOS - EQP		
Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoGNA	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoGNA	Codificação Uniclass2015 / SECClasS
EQP_XXX_YYY_ZZZ	[NomeEntradaClassificada]	[Código correspondente no sistema Uniclass2015 ou SECClasS]

Nos casos em que não foi possível estabelecer a correspondência direta entre o sistema EPAL/AdVT e o *Uniclass2015* e, quando possível em função das designações das classes subordinantes nesse sistema, a correspondência foi feita a um nível superior. A título de exemplo, para o ativo “Compactador de Parafuso” com o código EQP_010_030_010 no sistema EPAL/AdVT foi encontrada a correspondência direta no sistema *Uniclass2015* para a designação “Screw Compactors” com o código Pr_60_45_93_75. Por outro lado, para o ativo “Concentrador de Gorduras” com o código EQP_010_020_110, não foi possível encontrar correspondência direta com o sistema *Uniclass2015*, sendo atribuída uma correspondência de nível superior com a designação “Grit Trap Products” e código Pr_60_45_33.

No caso dos Sistemas de Construção Civil, face à falta de informação referente a estes elementos na Empresa, optou-se por se caracterizar essa tabela apenas a um nível macro (com ênfase nas classes principais e nos órgãos de tratamento de construção civil), de forma a facilitar o povoamento dessas classes com a informação obtida a partir do desenvolvimento de projetos futuros. Recorreu-se também à plataforma Gerador de Preços [104] para apoio ao desenvolvimento dessa tabela. Dado o nível mais macro desta tabela, nesta fase não foi estabelecida uma correspondência com o sistema *Uniclass2015*. As várias tabelas desenvolvidas do sistema de classificação encontram-se espelhadas no Anexo D.

3.6 Levantamento de parâmetros de objetos

O sistema de classificação de ativos referido no ponto anterior permite cadastrar os ativos presentes num modelo, não fornecendo, no entanto, diretrizes relativamente ao conteúdo de informação não gráfica a carregar nesses modelos BIM.

Dessa forma e, com vista à caracterização dessa informação, foi desenvolvida uma listagem de parâmetros uniformizada tendo por base:

- Informação carregada nos sistemas de gestão de ativos em uso na Empresa, em especial o software *IBM Maximo*. A EPAL/AdVT tem, à data, cerca de 55.000 ativos carregados em *Maximo* referentes à EPAL e 87.500 referentes à AdVT;
- Informação já desenvolvida pela EPAL/AdVT sob a forma de folhas de características de equipamentos (sendo parte integrante dos Cadernos de Encargos dos procedimentos lançados pela Empresa). A EPAL/AdVT desenvolveu 80 destes documentos, sendo um por ativo;
- A consulta de uma listagem de parâmetros, a partir de *product data templates* desenvolvidos pela Universidade do Minho, cujo objetivo é a uniformização da informação do setor AECO a nível nacional [105];

- A consulta de listagens de parâmetros desenvolvidos por entidades e organismos internacionais, como o BIM-MEP^{AUST} [106], NATSPEC [107] e BIM4Water [76] e NBS [108];
- As diretrizes definidas nas normas EN ISO 23386 [36] e EN ISO 23387 [37], nomeadamente nas recomendações relativamente aos conjuntos de atributos a utilizar para a gestão de listagens de parâmetros em dicionários de dados.

O carregamento dessa informação nos modelos BIM é um processo gradual que acompanha o avançar dos empreendimentos e o consequente aumento de informação disponível podendo, inclusive, acrescentar-se novos parâmetros que se venham a revelar necessários. Foi dada especial atenção à não repetição de parâmetros com sintaxe distinta, mas significado idêntico, de forma a evitar a duplicação de informação, como o exemplo indicado na Figura 3.13.

IBM MAXIMO ATIVOS EPAL/AdVT	FOLHAS DE CARACTERÍSTICAS EPAL/AdVT	Universidade do Minho	BIM MEP ^{AUST}	NATSPEC	BIM4Water	NBS
Anos Vida Estimado	Longevidade mecânica e elétrica	VidaÚtilEsperada	ExpectedServiceLife	ServiceLifeDuration	Expected Life	ServiceLife

Figura 3.13 - Estruturação de parâmetros com significado idêntico a partir de várias fontes de informação

Com vista à uniformização dessa informação, foi estabelecido um conjunto de regras de nomenclatura e preenchimento de parâmetros, a partir da adaptação de diretrizes contidas no guia orientador *Open BIM Standard* (OBOS) desenvolvido pelo organismo de normalização NATSPEC [73], guia *BIM Object Standard* desenvolvido pelo organismo de normalização NBS [109] e no documento Regras de Modelação de Objetos BIM desenvolvido pelo projeto SECClasS [74], e cujo cumprimento deve ser garantido por todos os envolvidos no processo de produção e gestão de modelos:

- Criação de parâmetros na forma *DO_Parametro* onde “DO” corresponde ao acrônimo “Dono de Obra”, para facilitar a distinção entre estes e os incorporados por fabricantes nos seus objetos tridimensionais ou os intrínsecos aos softwares de modelação;
- Parâmetros no formato *UpperCamelCase*, sem incluir unidades de medição;
- Não repetição de nomes de parâmetros (e.g. *DO_AnosVidaEstimado* e *DO_TempoVidaEstimado* redundantes);
- Representam aspectos não modelados geometricamente (e.g. *DO_NormasFabrico*);
- Utilização de unidades do Sistema Internacional, exceto se indicado o contrário (e.g. *DO_PressaoNominal* em bar);
- No caso de parâmetros que representem valores mínimos ou máximos possíveis, deve ser incluída a respetiva abreviatura (Min e Max, respetivamente) após o nome do parâmetro (e.g. *DO_AlturaManometricaMin* e *DO_AlturaManometricaMax*).
- No caso de parâmetros do tipo booleano, o nome do parâmetro deve remeter para esse preenchimento booleano (e.g. *DO_TemSistemaProtecaoCorrosao*);
- Devem representar aspectos que não são modelados geometricamente (e.g. *DO_Peso* ou *DO_NormasFabrico*);
- Parâmetros devem ser corretamente definidos como sendo de tipo (*type*) ou instância (*instance*). Parâmetros de tipo são comuns a todas instâncias de um determinado objeto (e.g. *DO_CaudalMax*), enquanto parâmetros de instância são específicos a um objeto (e.g. *DO_NumeroSerie*);

- Na ausência de restrições específicas, os campos de preenchimento devem ser alfanuméricos, garantido a inserção de números e caracteres.

Posteriormente, para cada um dos ativos previamente classificados, associaram-se os parâmetros relevantes, a partir da listagem de parâmetros desenvolvida. Obteve-se, como resultado, uma matriz parâmetro-ativo 471 x 741, de acordo com o indicado no Quadro 3.12. Para cada parâmetro foi também identificado o tipo de campo a preencher (*TEXTO*, *NUMERO*, *VELOCIDADE*, *TEMPO*, *MATERIAL*, *URL*, etc.) e a unidade de medida relevante para esse parâmetro.

Quadro 3.12 - Matriz de correspondência parâmetros-ativos

UNIDADE DE MEDIDA	TIPO DE CAMPO	PARÂMETRO	ATIVO 1	ATIVO 2	→ ATIVO n
-	TEXTO	DO_Marca	X	X	
m ³ /h	NUMERO	DO_CaudalAfluenteMax		X	

↓

-	-	DO_Parametro n	
---	---	----------------	--

3.7 Criação de Data Templates

A norma EN ISO 23386 define um *data template* como um documento que permite descrever as características de um objeto de construção, utilizando uma linguagem facilmente interpretável por utilizadores e máquinas (*machine readable*) e permitindo a comunicação entre vários dicionários de dados (*interconnected data dictionaries*). Nesse sentido, a articulação entre os dicionários de dados referentes ao sistema de classificação de ativos e à parametrização dos mesmos, definidos em 3.4 e 3.6 respetivamente, é conseguida mediante o desenvolvimento de *data templates*. Na Figura 3.14 é apresentado um exemplo prático da interação entre os dicionários de dados referidos.

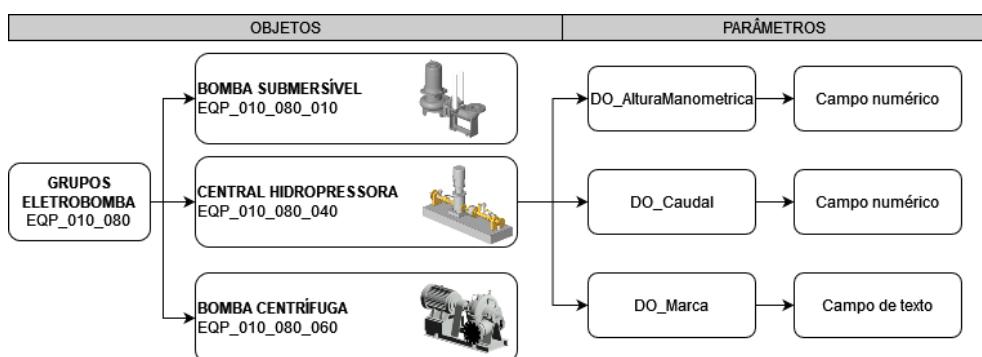


Figura 3.14 - Relação classificação-parametrização (figuras retiradas de [110])

Os *data templates* permitem não só estruturar a informação que a EPAL/AdVT pretende ver representada nos modelos, mas também fornecer diretrizes aos prestadores de serviço sobre o tipo de modelação (e consequente esforço) para atingir os objetivos da EPAL/AdVT.

A primeira etapa para o desenvolvimento de *data templates* consistiu na organização da listagem de parâmetros previamente estabilizada por Conjuntos de Propriedades (*Property Sets – Psets*). Os *Psets* permitem agrupar os parâmetros por conjuntos lógicos de dados, facilitando a gestão da informação. Procurou-se criar uma listagem de parâmetros uniformizada a partir de *Psets* já propostos por outras entidades, de acordo com o apresentado na Figura 3.15.

Refere-se ainda que, apesar da listagem de parâmetros desenvolvida não contemplar ainda informação relevante a custos inerentes aos ativos, dada a relevância dessa informação e a previsão de criação, no curto prazo, de parâmetros associados aos custos, foi já prevista a criação do *Pset* “Custo”.

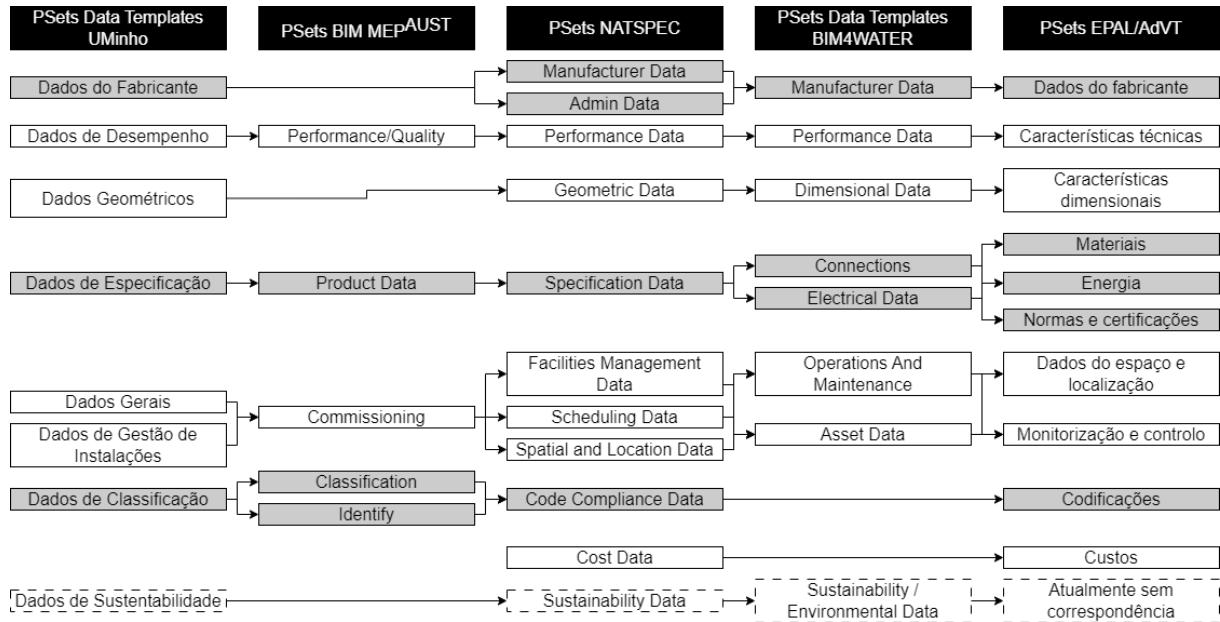


Figura 3.15 - Correspondência entre Conjuntos de Propriedades (Property Sets) de várias entidades

Nesse seguimento, a partir da organização dos parâmetros por *Psets*, foi desenvolvido um *data template* base cujo objetivo é suportar esses ficheiros de dados a desenvolver para cada um dos ativos classificados e parametrizados, de acordo com o indicado na Figura 3.16. Para o efeito, foi seguida a estrutura de *data template* desenvolvida pela BIM4Water, dado ser uma estrutura robusta já em utilização no mercado britânico e estar disponível publicamente para consulta.

Versão de PDT	[Indicar versão PDT]		
Data de PDT	[Indicar data]		
Sistema de classificação	[Indicar sistema de classificação utilizado]		
Criado por	[Indicar entidade que desenvolveu o PDT]		
Código no sistema de classificação (DO_CodificacaoEQP)	[Codificação do objeto no sistema de classificação utilizado]		
Nome do ativo (DO_DescricaoEQP)	[Semântica do objeto no sistema de classificação utilizado]		
ifcElementType	[Indicar IfcElementType]		
ifcPredefinedType	[Indicar ifcPredefinedType]		
Conjuntos de propriedades (PSets)	Nome do Parâmetro	Unidade de medida	Tipo de campo
Dados do fabricante	DO_Parametro	-	-
Características técnicas	DO_Parametro	-	-
Características dimensionais	DO_Parametro	-	-
Materiais	DO_Parametro	-	-
Energia	DO_Parametro	-	-
Dados do espaço e localização	DO_Parametro	-	-
Codificações	DO_Parametro	-	-

Normas e certificações	DO_Parametro	-	-
Monitorização e controlo	DO_Parametro	-	-

Figura 3.16 - Data Template base

À semelhança dos *data templates* desenvolvidos pela BIM4Water, a estrutura proposta para os ativos da EPAL/AdVT conta com um cabeçalho que contém, para além de outra informação, o código do elemento no sistema de classificação e respetiva semântica associada (*DO_CodificacaoEQP* e *DO_DescricaoEQP* na figura anterior). Apesar de, para efeitos práticos, estes parâmetros poderem estar afetos ao *Pset* “Codificações”, face à sua relevância para a interligação entre os dicionários de dados já referida, optou-se por lhes dar outra exposição.

Mais se refere que no cabeçalho foram igualmente incluídos dois campos para indicar a correspondência do elemento no IFC schema, com a indicação do respetivo *IfcElementType* e *IfcPredefinedType* [111], pretendendo-se assim promover uma futura interoperabilidade entre sistemas e a generalização na utilização de formatos abertos. Assim e, de acordo com a Figura 3.17, pretende-se que, para cada objeto referenciado num *data template*:

- I. Se associe o respetivo *IfcElementType* (e.g. válvula agulha = *IfcValve*) a partir da listagem de entidades definida pela buildingSMART. Caso essa correspondência não exista, os objetos devem ser definidos como sendo uma entidade genérica *IfcBuildingElementProxy*;
- II. Definir, para cada um dos *IfcElementType*, o respetivo subtipo, ou seja, o *IfcPredefinedType* (para o exemplo da válvula agulha, esse *IfcPredefinedType* = REGULATING);
- III. Caso não exista um *IfcPredefinedType* adequado ao objeto em questão, deve definir-se *IfcPredefinedType* = USERDEFINED;
- IV. Caso *IfcPredefinedType* = USERDEFINED, deve especificar-se um *ObjectType* para permitir definir o objeto em questão.

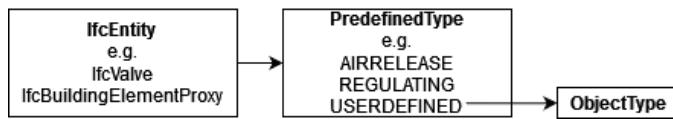


Figura 3.17 - Correspondência ao IFC Schema

No Anexo F apresentam-se 8 *product data templates* de ativos da EPAL/AdVT, para a listagem de parâmetros atualmente desenvolvida, que serão abordados em pormenor no capítulo seguinte.

4 Análise e discussão de resultados

4.1 Análise de resultados

Tal como previamente referido nesta dissertação, a implementação BIM na EPAL/AdVT consistiu na definição de processos ao nível organizacional (mais macro) e ao nível de requisitos específicos para a execução de empreendimentos específicos.

A definição desses requisitos macro e a respetiva materialização no guia interno e EIR permitiu aumentar a robustez das exigências BIM da Empresa nas peças de concurso para lançamento de novos procedimentos (à data, o EIR desenvolvido é já parte integrante dos Cadernos de Encargos para procedimentos a executar em BIM). Ao mesmo tempo, permite aos proponentes uma familiarização com o nível de exigência da EPAL/AdVT, facilitando a apresentação de propostas de preço para os concursos lançados e o desenvolvimento dos BEP como uma resposta direta ao EIR.

Estes documentos desenvolvidos têm ainda maior relevância face à inexistência de legislação normativa e diretivas nacionais de âmbito BIM, permitindo à EPAL/AdVT especificar os requisitos que pretende ver cumpridos na execução de projetos e obras que sigam esta metodologia, tendo sido desenvolvidos de forma suficientemente lata para, no futuro e caso seja essa a estratégia definida, ser extrapolados para utilização pelo grupo Águas de Portugal (AdP). Pretendem também estimular o aumento de capacitação técnica de prestadores de serviço e empreiteiros, alavancando o setor para a prossecução de processos BIM (o mercado já está a começar a dar alguma resposta).

Em termos dos requisitos organizacionais, as maiores dificuldades de implementação prendem-se com a aplicação dos cargos e funções definidos em 3.3.4; à data, a aplicação é redutora com uma interação direta entre gestor BIM e gestor de contrato (do lado do Dono de Obra) e projetista (do lado dos prestadores de serviço). Face à dimensão dos empreendimentos executados e défice de experiência do setor, a função de Coordenador BIM ainda não se encontra plenamente adotada. Esse défice tem também contribuído para alguma falta de disciplina no carregamento de informação no CDE e pouca utilização de fluxos de informação normalizados – atualmente a EPAL/AdVT tem de fiscalizarativamente a colocação de informação na plataforma, um trabalho que seria agilizado caso um dos intervenientes fosse um Coordenador BIM com profundo conhecimento das metodologias de trabalho colaborativo e normalização associada. Esta dificuldade tem-se manifestado, de forma análoga, para a codificação de ficheiros importados no CDE sendo prática corrente a codificação errada de ficheiros, fruto dos processos internos que cada prestador de serviços adota na sua organização que motivam erros humanos na transposição de para a realidade da EPAL/AdVT.

A experiência adquirida no processo de implementação BIM na EPAL/AdVT iniciada no Departamento de Estudos e Projetos da Direção de Engenharia da Empresa por uma abordagem *bottom-up* demonstrou a importância de capacitar tecnicamente as restantes Direções da Empresa a partir de uma *top-down* para que passem a possuir um conhecimento generalizado da metodologia e uma maior proficiência nos processos BIM e aumente a robustez dos requisitos BIM na Empresa e a fluidez de processos ao longo do ciclo de vida dos ativos. Atualmente na EPAL/AdVT já existem projetos desenvolvidos/em curso divididos pelas várias áreas de atuação da Empresa (8 da área de abastecimento, 2 de saneamento e 2 de património), prevendo-se que este número aumente

consideravelmente no médio-longo prazo pelo que se prevê ser necessário formar elementos da Empresa para assumir as funções de gestor BIM durante as fases de execução dos empreendimentos BIM (tal como descrito no subcapítulo 3.3.4) e durante as fases de operação e manutenção, para gestão de toda a informação relacionada com o BIM e proceder às atualizações necessárias aos modelos tridimensionais.

Relativamente às particularidades da execução dos modelos BIM, o trabalho focou-se na definição dos requisitos de informação necessária sobre os objetos que constituem esses modelos, requisitos esses sobre os quais foi possível retirar algumas ilações, nomeadamente:

- Ao nível do detalhe geométrico dos objetos modelados, face ao elevado número de ativos distintos geridos pela EPAL/AdVT, torna-se difícil desenvolver especificações sem criar uma biblioteca de objetos interna na Empresa. Uma solução de curto prazo passou por definir que todos os objetos modelados têm de ter um nível de detalhe geométrico suficiente para permitir a exportação de peças desenhadas 2D semelhantes às obtidas através do desenvolvimento de um projeto/obra tradicional. Para o efeito, definiu-se que todos os objetos deveriam possuir um LOD 350 que, apesar de ser uma classificação tornada obsoleta pela norma EN ISO 19650 permite, através de exemplos, estabelecer uma correlação com os requisitos geométricos que a EPAL/AdVT efetivamente pretende ver cumpridos. No entanto, a especificação LOD encontra-se maioritariamente desenvolvida para objetos de construção civil contendo pouca informação de objetos referentes a outras especialidades, o que dificulta a respetiva aplicação. Na Figura 4.1 é possível verificar as diferenças entre o detalhe geométrico na modelação de um perfil IPE (LOD 200 – perfil simplificado e LOD 350 – perfil com mais detalhe, incluindo chapa de fixação e ligações aparafusadas). Uma solução intermédia, entre esta referida e o desenvolvimento de uma biblioteca de objetos, passa pela definição dos requisitos geométricos particulares para todos os objetos relevantes para a EPAL/AdVT e respetiva especificação no EIR ou em campo descritivo a criar no cabeçalho dos PDTs (e.g. definir se na modelação de uma bomba centrífuga é relevante que sejam modelados os parafusos de fixação da base do equipamento), o que implica um trabalho extenso das várias direções da Empresa com influência no ciclo de vida dos ativos;

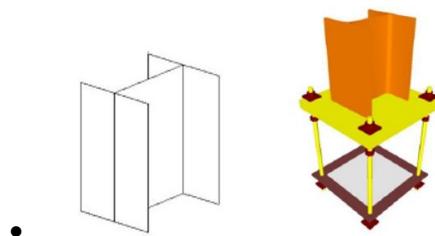


Figura 4.1 - Modelação de um perfil IPE em LOD 200 (esq.) e LOD 350 (dir.), retirado de [90]

- Ao nível da informação que esses objetos modelados devem conter (classificação e parametrização), essa especificação torna-se bastante mais fácil em função da bibliografia já existente sobre esta temática e do trabalho de base desenvolvido na Empresa, ambos extrapolados para a realidade da metodologia BIM. O facto de existirem softwares de modelação 3D que permitem importar diretamente essa informação para os modelos facilita a adoção desses processos de trabalho por parte dos prestadores de serviço que desenvolvem

trabalhos em BIM para a EPAL/AdVT. Dessa forma, já foi possível incorporar estes requisitos de informação em projetos das várias áreas da Empresa (abastecimento, saneamento e património) o que, através da sua aplicação e sucessiva utilização, permitiu sucessivas afinações aos requisitos de informação da Empresa, prevendo-se que tal continue no futuro próximo. Estes requisitos de informação serão abordados em maior especificidade nos subcapítulos seguintes.

4.2 Desenvolvimento de padronizações BIM

À data encontram-se em curso 12 procedimentos executados em BIM na Empresa divididos pelas diferentes áreas da Empresa (8 no abastecimento, 2 no saneamento e 2 no património) e com distintos moldes de contratação, desde projeto, obra ou conceção-construção.

As padronizações apresentadas na presente dissertação possuem distintos níveis de adoção na EPAL/AdVT. Foi estabelecido que a informação de todos os procedimentos executados em BIM seria gerida no CDE pelo que, para cada um, foi utilizada uma estrutura de pastas *standard*. Essa estrutura sofreu múltiplas iterações até à forma atual apresentada no Anexo B deste documento pelo que diferentes projetos apresentam distintas estruturas de pastas em função da sua data de arranque. À data, 2 projetos já utilizam esta nova versão de estrutura de pastas.

A estrutura proposta no subcapítulo 3.3.5 para a nomenclatura de ficheiros a importar na estrutura de pastas encontra-se em utilização em 2 projetos no CDE. As entidades externas que colaboram com a EPAL/AdVT têm oferecido alguma resistência à adoção desta codificação de ficheiros, dado terem codificações de ficheiros já bem estabelecidas na sua estrutura organizacional. Será, portanto, necessário definir esse requisito nos Cadernos de Encargos da Empresa em futuros procedimentos a lançar (a versão de EIR desenvolvida no âmbito desta dissertação já contempla a obrigatoriedade dos Cocontratantes adotarem a codificação de ficheiros definida pela EPAL/AdVT).

Por outro lado, a proposta de nomenclatura de famílias de objetos definida no subcapítulo 3.4 ainda não se encontra incorporada em nenhum modelo BIM. À semelhança da codificação de ficheiros, ainda não foi exigida do ponto de vista contratual a utilização da nomenclatura de famílias de objetos proposta neste documento. A alteração da nomenclatura de famílias de objetos de projetos em curso não foi solicitada, face ao consumo de horas de modelação que lhe estariam associadas (modeladores utilizam bibliotecas de objetos disponíveis via web ou as suas próprias bibliotecas com nomenclaturas próprias). Dado essa nomenclatura de famílias ser já um anexo integrante do EIR desenvolvido prevê-se que, em contratações futuras, já seja considerada nos modelos BIM.

No que diz respeito ao sistema de classificação de ativos, pretendeu-se criar um sistema suficientemente abrangente e flexível para poder ser aplicado às várias áreas de negócio da Empresa. Nesse sentido, foi desenvolvido um sistema inicialmente constituído por 5 tabelas com diferente granularidade e extensão, nomeadamente:

- I. Tabela de GNA com 3 classes de 2º nível ($N_2 = 3$) e 14 classes de 3º nível ($N_3 = 14$);
- II. Tabela de EDF com $N_2 = 5$, $N_3 = 20$ e $N_4 = 58$;
- III. Tabela de EZO com $N_2 = 5$, $N_3 = 28$ e $N_4 = 159$;
- IV. Tabela de SCC com $N_2 = 9$, $N_3 = 28$, $N_4 = 167$ e $N_5 = 13$;

V. Tabela de EQP com $N_2 = 4$, $N_3 = 29$ e $N_4 = 454$.

Este sistema de classificação de ativos já se encontra em utilização em 4 projetos modelados em *Autodesk Revit*, tendo sido preparado um ficheiro para importação direta nesse *software* mediante a utilização do *add-on BIM Interoperability Tools*, tal como indicado na Figura 4.2.

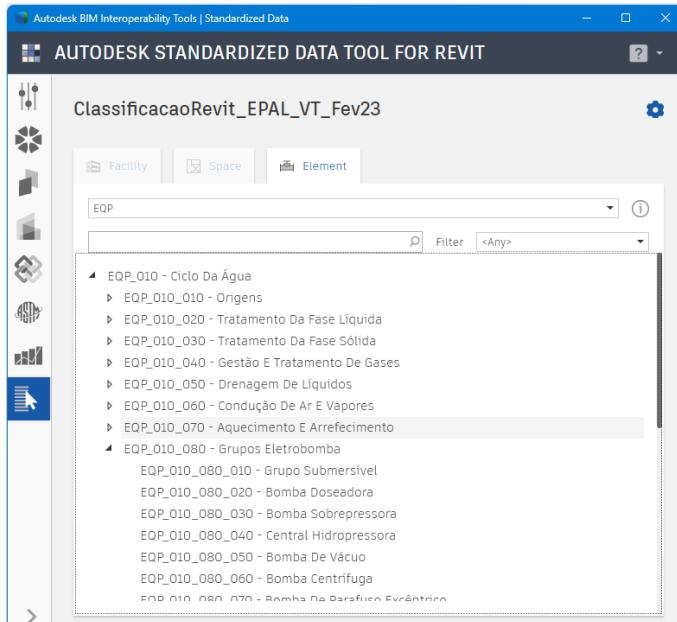


Figura 4.2 - CICS da EPAL/AdVT em Autodesk Revit

A aplicação do sistema nesses projetos permitiu identificar algumas lacunas que têm vindo a ser progressivamente suprimidas, nomeadamente:

- Atualmente encontra-se em estudo a criação das tabelas MAT e DNO para dar resposta às necessidades identificadas pela área de património;
- Pela criação de 16 novas entradas na tabela EQP entre entradas existentes, recorrendo ao processo identificado na Figura 3.12.

No que diz respeito à codificação do CICS desenvolvido, ficou patente que a manutenção de uma organização análoga entre as classes subordinantes das várias tabelas sempre que possível (e.g. EDF_010, EZO_010, SCC_010 e EQP_010 todas designam a classe “Ciclo da Água”) facilita a familiarização e adoção do sistema por todos os intervenientes.

A incorporação do sistema de classificação de ativos já permite, à data, extrair dados dos modelos paramétricos para folhas de dados em formato .xlsx utilizando o *Autodesk Revit* em conjugação com a ferramenta *SheetLink* incluída no *add-on DiRootsOne* disponível para esse software, organizando assim a informação extraída pelo seu código de classificação.

De forma análoga, a listagem de parâmetros desenvolvida (e que à data de publicação desta dissertação totaliza 680 parâmetros distintos) já se encontra em utilização nos projetos anteriormente referidos para os quais está a ser utilizado o sistema de classificação de ativos. A listagem de parâmetros foi agregada num ficheiro .xlsx, associando uma categoria (*Pset- Property Set*) a cada parâmetro, tal como indicado no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Correspondência Pset - Parâmetro

GRUPO DE PARÂMETRO (PSET)	PARAMETRO
Características dimensionais	DO_ComprimentoSensor
Características dimensionais	DO_ComprimentoTotal
Monitorização e controlo	DO_ConcentracaoLamasSaida
Monitorização e controlo	DO_CondicoesServico
Monitorização e controlo	DO_TemConsideracaoFonteEmissao
Materiais	DO_ConstituicaoCabo
Materiais	DO_ConstituicaoNucleoOtico
Materiais	DO_ConstituicaoBarramentoESubBarramentos
Energia	DO_Consumo
Energia	DO_ConsumoCombustivel
Energia	DO_ConsumoEnergiaEletrica
Energia	DO_ConsumoFPBobineLigacao
Energia	DO_ConsumoFPBobineRegimePermanente
Monitorização e controlo	DO_ConsumoPolielectrolito
Energia	DO_ConsumosEnergia
Monitorização e controlo	DO_ContadorHorasFuncionamento

A criação da listagem de parâmetros a partir das fontes indicadas no subcapítulo 3.6 demonstrou a falta de harmonização relativamente às terminologias consultadas (portuguesas e anglo-saxónicas) adaptadas a diferentes realidades e métodos de trabalho.

A listagem parâmetros desenvolvida foi posteriormente criada diretamente no *Revit*, categorizando cada parâmetro no *Pset* relevante, tal como indicado na Figura 4.3. O resultado é um ficheiro .txt que pode ser editado diretamente em bloco de notas ou no próprio *Revit*.

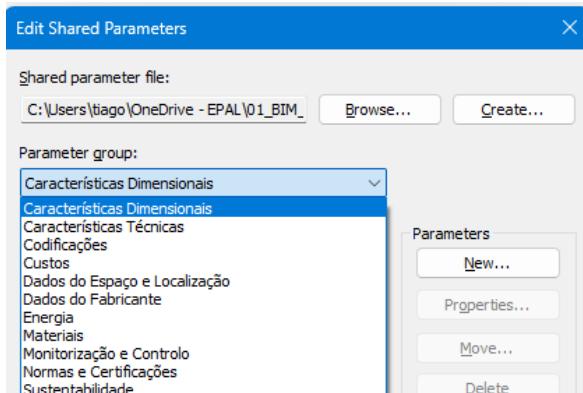


Figura 4.3 - Listagem de Psets criados em Revit

Simultaneamente, foi feita a correspondência parâmetro – ativo numa matriz em ficheiro .xlsx, tal como indicado na matriz parcial indicada no Quadro 4.2. Cada linha da matriz criada corresponde a um parâmetro e cada coluna a um ativo (SCC e EQP).

Quadro 4.2 - Matriz parâmetro - ativo criada (parcial)

GRUPO DE PARÂMETRO (PSET)	PARAMETRO	DENSADEG	DEFÓSITO DE COMBUSTÍVEL	DEFÓSITO DE PAX 18	DESAGREGADOR	UNIDADE COMPACTA DE DESARENAMENTO	UNIDADE COMPACTA DE DESARENAMENTO/DESENGO	DESCALCIFICADORES	DESCARREGADOR DE SOBREPRESSÃO	DESCARREGADOR DE TEMPESTADE	DESENGORDURADOR	DESNITRIFICADOR (REPETIDO)	DESTILADOR DE ÁGUA	DESTRUIDOR DE OZONO	DESUMIDIFICADOR	DETETOR DE BIOGÁS	DETETOR DE FUGAS DE HIPCLOCLORITO DE SÓDIO	DETETOR DE FUGAS DE OZONO/OXIGÉNIO	DETETOR DE H ₂ S (GÁS SULFÍDRICO)	DETETOR DE INCÊNDIO	DETETOR DE INTRUSÃO	DETETOR DE PRESSÃO	DETETOR DE TENSÃO RMT	
Características dimensionais	DO_Capacidade	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X											
Características técnicas	DO_CapacidadeBateria																							
Características técnicas	DO_CapacidadeCarga	X	X	X	X		X				X	X	X											
Características técnicas	DO_CapacidadeElevacao																							
Características dimensionais	DO_CapacidadeMax	X	X	X	X		X				X	X	X											
Características dimensionais	DO_CapacidadeReservatorios																							
Características técnicas	DO_CapacidadeTratamento																							
Características técnicas	DO_CaracteristicasContactos																X	X	X	X	X	X	X	X

A partir desta matriz foi criada uma tabela dinâmica (*PivotTable*) que, para cada ativo, lê os parâmetros associados com [X] e cria um PDT. No Quadro 4.3 é apresentado um exemplo de criação dessa tabela dinâmica para o ativo “Filtro de Carvão Ativado”. Este processo permitiu criar PDTs com a estrutura indicada no subcapítulo 3.7 de uma forma muito mais célere, desde que a matriz parâmetro-ativo se encontre validada e atualizada. Este processo permite também atualizar PDTs existentes de uma forma muito mais expedita sendo que, à data, já existem cerca de 10 PDTs com versão 2.

Face à extensa quantidade de diferentes tipologias de ativos que fazem parte da área de negócio da EPAL/AdVT, optou-se por criar PDTs apenas quando necessário para a modelação dos vários projetos em curso. Atualmente encontram-se criados e validados 42 PDTs o que, face ao número de entradas do sistema de classificação de ativos, demonstra a extensão do trabalho ainda por desenvolver. Os PDTs criados estão em uso em 4 projetos atualmente em curso.

Quadro 4.3 - Exemplo de tabela dinâmica criada para o ativo "Filtro de Carvão Ativado"

The screenshot shows the Microsoft Excel ribbon with the 'PivotTable Fields' pane open. The main area displays a hierarchical list of fields under 'GRUPO DE PARÂMETRO (PSET)'. The 'Características dimensionais' section includes 'DO_Capacidade' (with sub-options 'Kg/h, Kg, L, m3' and 'NUMERO INTEIRO'), 'DO_CapacidadeMax' (with sub-option 'L' and 'NUMERO INTEIRO'), 'DO_DiametroFiltro' (with sub-option '(blank)' and 'COMPRIMENTO'), 'DO_DiametroNominal' (with sub-option 'mm' and 'COMPRIMENTO'), and 'DO_Tipo'. The 'Características técnicas' section includes 'DO_AlturaManometrica' (with sub-option 'm.c.a' and 'COMPRIMENTO'), 'DO_CapacidadeCarga' (with sub-option 'Kg' and 'NUMERO INTEIRO'), 'DO_CaudalNominal' (with sub-option 'l/min, m3/h' and 'NUMERO INTEIRO'), 'DO_EntradasEsaidas' (with sub-option '-' and 'TEXTO'), 'DO_PoderCorteNominal' (with sub-option 'mva' and 'NUMERO'), and 'DO_Tipo'. The right side of the pane shows a list of available fields: UNIDADE, TIPO (REVIT), GRUPO DE PARÂMETRO (PSET), TIPO MAXIMO, ACRÓNIMO MAXIMO, ATIVOPARAMETRO, AEROGERADOR, AGITADOR, ALTERNADOR, AMOSTRADOR DE AR, and AMPERÍMETRO. The 'Filters' section contains 'FILTRO DE CARVÃO A...', and the 'Rows' and 'Values' sections show 'GRUPO DE PARÂMETRO (PSET)', 'ATIVO...', 'UNIDADE', and 'TIPO (REVIT)'. The 'Count of FILTRO DE CA...' value is also present.

Mais, a proposta de nomenclatura de PDTs (utilizando a codificação atribuída no sistema de classificação de ativos seguido da respetiva semântica em *UpperCamelCase*) como indicado na Figura 4.4 revelou-se como uma boa estratégia, permitindo organizar a biblioteca de PDTs com base na posição dos ativos no CICS desenvolvido. Mais, permite a rápida identificação dos PDTs e evita nomenclaturas excessivamente extensas que poderiam ultrapassar a limitação de carateres dos sistemas informáticos.

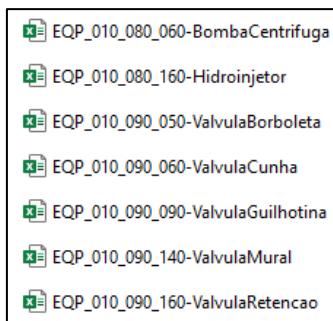


Figura 4.4 - Exemplo de nomenclatura de PDTs

O desenvolvimento deste trabalho comprovou que uma parte considerável dos processos associados à gestão de informação em contexto BIM ainda são manuais ou semi-manejados. A fim de preservar a qualidade da base de dados desenvolvida (especialmente no que toca à classificação e parametrização de ativos), o processo de gestão dessa informação deve ser restringido a um número reduzido de utilizadores que possuam um profundo conhecimento sobre as considerações inerentes à base de dados.

4.3 Operacionalização com sistemas em utilização na Empresa

A EPAL/AdVT, enquanto entidade gestora, já possui um extenso cadastro dos seus ativos em múltiplas bases de dados. Para a gestão desses ativos, o sistema em utilização é o IBM *Maximo*, existindo à data cerca de 55.000 ativos carregados nesse sistema referentes à EPAL e 87.500 referentes à AdVT. Tal como indicado no subcapítulo 3.5, este sistema foi criado com objetivos e âmbito distinto dos propósitos da metodologia BIM, tendo suscitado a criação de um sistema adaptado a esta nova realidade de trabalho.

No entanto, sendo um sistema com uma extensa quantidade de informação carregada, será sempre necessário mapear a informação desse sistema para a realidade BIM. No que diz respeito à classificação de ativos, esse mapeamento entre sistema BIM e *Maximo* não tem uma correspondência 1:1; isto é, uma entrada num dos sistemas não corresponde necessariamente a uma entrada no outro sistema. Por outro lado, alguns mapeamentos serão 1:n ou n:1 (uma entrada num sistema equivale a n entradas em outro, sendo n um número natural). A Figura 4.5 mostra o mapeamento entre codificações em *Maximo* e CICS BIM (para uma Bomba Centrífuga localizada numa ETA específica). No caso do CICS BIM, a informação da localização do equipamento é complementada pelas restantes tabelas de classificação.



Figura 4.5 - Compatibilização Maximo - CICS BIM

Nesta fase a estratégia passa pela utilização de ambos sistemas de classificação em paralelo, tendo sido previsto um campo no ficheiro de parâmetros compartilhados em *Revit* para alojar a classificação *Maximo* a associar a todos os objetos modelados, podendo ser preenchido na fase de entrega das telas finais de obra pelo empreiteiro (se lhe for facultada essa informação) ou preenchido posteriormente pela equipa de gestão de ativos da EPAL/AdVT. A Figura 4.6 mostra uma válvula de cunha modelada em *Revit* com o campo referido criado.

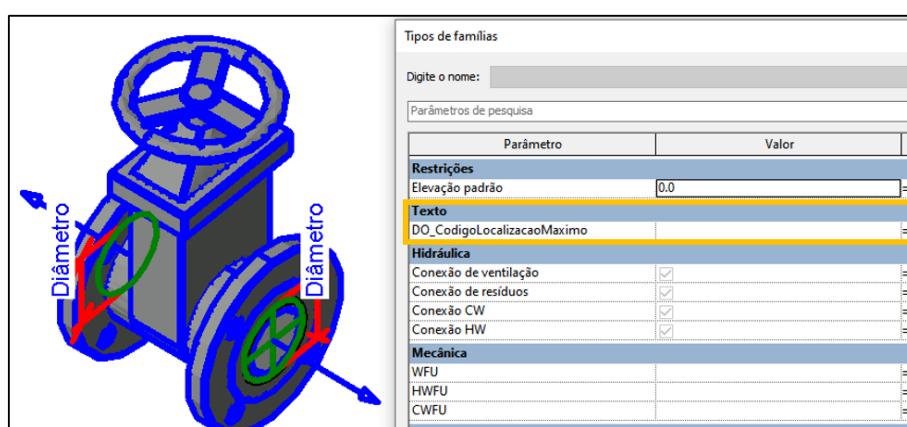


Figura 4.6 - Campo de localização Maximo criado em Revit

No caso de exportação de informação dos modelos para folhas de dados é necessário associar um código que permita identificar a localização dos objetos (no ambiente tridimensional essa questão não se coloca). Para solucionar esse problema em *Revit* foi criado um parâmetro de projeto (*Project*

parameter), cujo campo deve ser preenchido com a informação carregada em *Maximo*, de forma a permitir identificar a infraestrutura respetiva (para o exemplo indicado na Figura 4.5, o campo deve ser preenchido com 1-ACA-BORB-RABOR-ETABOR). A Figura 4.7 mostra a adoção desse campo em *Revit*.

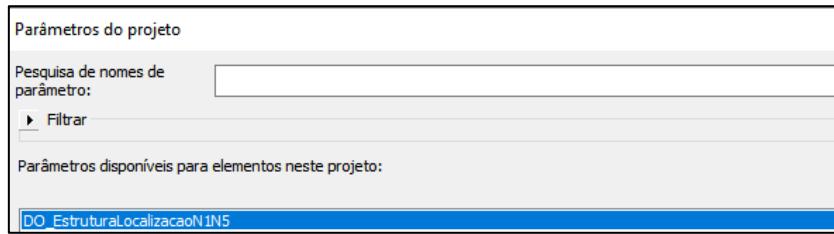


Figura 4.7 - Parâmetro de projeto para a identificação da localização dos ativos em Revit

Esta problemática da correspondência *Maximo*-BIM também se manifestou para a questão dos parâmetros, em função das distintas terminologias utilizadas nos dois sistemas. A situação é análoga à enfrentada para o desenvolvimento do CICS BIM, com correspondências 1:1, n:1 e 1:n. A Figura 4.8 espelha uma correspondência 1:1 para alguns parâmetros (designados por atributos no *Maximo*) e uma correspondência 0:1 para o caso do parâmetro “nº KSB” em *Maximo*, dado tratar-se de uma característica específica de um fabricante de equipamentos hidráulicos.

Atributo	Descrição	Parâmetros compartilhados BIM
▶ ALTMAN	Altura Manometrica	DO_AlturaManometrica
▶ CAUDNM	Caudal Nominal	DO_CaudalNominal
▶ TIPO		DO_Tipo
▶ PESO	Peso	DO_Peso
▶ POTACTIV	Potência Activa	DO_PotenciaAtiva
▶ ANOFABRIC	Ano Fabrico	DO_AnoFabrico
▶ ALTMANM	Altura Manométrica máx. (Hmax)	DO_AlturaManometricaMax
▶ RPM	Rotações por Minuto	DO_RotacoesPorMinuto
▶ NKSB	Nº KSB	Sem correspondência (específico de fabricante do equipamento)
▶ PRESSMAXSRV	Pressão Máxima Admissível	DO_PressaoAdmissivelMax

Figura 4.8 - Correspondência entre parâmetros no *Maximo* (esq.) e parâmetros no BIM (dir.)

Por essa razão, este processo de correspondência e compatibilização de sistemas teve uma grande componente manual sendo que, à data, se encontram identificadas situações que ainda carecem das devidas correções.

4.4 Aplicação a caso de estudo

Com vista à validação dos pressupostos de implementação e aplicação da metodologia BIM na EPAL/AdVT definidos na presente dissertação e verificação da sua exequibilidade e facilidade de aplicação por modeladores externos, foi desenvolvida a modelação de uma estação elevatória de água, tendo sido definidos os objetivos indicados no Quadro 4.4:

Quadro 4.4 - Objetivos definidos para o projeto BIM em estudo

Objetivos Gerais	Objetivos Específicos
Facilitar a transição para as fases de operação e manutenção	<ul style="list-style-type: none"> - O desenvolvimento de modelos BIM das estruturas solicitadas, que são objeto dos projetos de execução em curso - O desenvolvimento de um cadastro digital tridimensional das novas infraestruturas a construir com recurso a objetos parametrizados - O cumprimento dos requisitos de meta dados (<i>metadata</i>), no que à utilização do sistema de classificação de ativos e parametrização dizem respeito - O afinamento de procedimentos de gestão da informação durante a execução do projeto - A entrega de informação estruturada e preparada para a fase de gestão dos ativos modelados - Garantir a interoperabilidade entre o modelo BIM <i>as-built</i> e os sistemas de gestão existentes através de uma correspondência entre os objetos virtuais criados e os elementos reais finais;

Da listagem de 17 usos BIM relevantes para a EPAL/AdVT apresentados no subcapítulo 3.3.2, selecionaram-se os indicados no Quadro 4.5, salientando-se que, para estes usos BIM, foi apenas considerada a fase de projeto.

Quadro 4.5 - Usos definidos para o projeto BIM em estudo

5 Elaboração/atualização de modelos de espaços e áreas de circulação	P
7 Codificação do modelo	P
8 Revisão de modelos de arquitetura e especialidades	P
12 Deteção de incompatibilidades e gestão de interferências	P

LEGENDA: P - Projeto;

As funções e responsabilidades associadas ao projeto BIM correspondem às definidas no subcapítulo 3.3.4, referindo-se apenas que, para este caso de estudo, o autor da dissertação assume as funções atribuídas aos adjudicatários (projetista e coordenador de projeto) e as associadas ao dono de obra (gestor BIM). As restantes funções definidas estão fora do âmbito do caso de estudo.

O passo seguinte consistiu em criar a estrutura de pastas e implementar a codificação de ficheiros no CDE. Para o efeito foi utilizada a plataforma *Autodesk Construction Cloud (ACC)*, que é o CDE atualmente em uso na EPAL/AdVT. Este CDE permite que a estrutura de pastas apresentada no Anexo B seja carregada automaticamente para todos os projetos, desde que esse *template* de estrutura de pastas seja criado a priori. A Figura 4.9 mostra a janela de criação do projeto, com o *template* EstruturaPastas, criado pelo autor da dissertação, já selecionado.

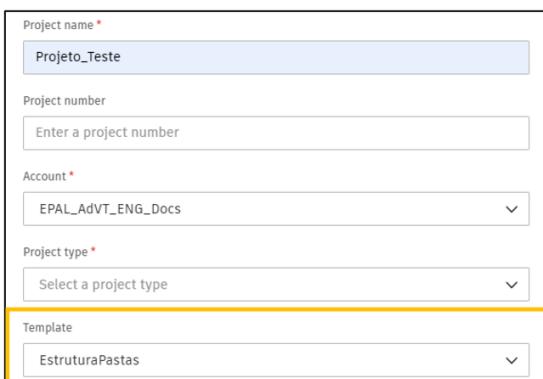


Figura 4.9 - Janela de criação de novo projeto

Após criação do projeto, foram importados os ficheiros relevantes para o desenvolvimento do projeto na pasta Requisitos\ClassificParamet na área 0_ElemBase que incluem o sistema de classificação preparado para importação direta em *Revit* mediante a utilização do *add-on BIM Interoperability Tools*, um ficheiro de parâmetros compartilhados (*shared parameters*) igualmente preparado para importação direta em *Revit* e um conjunto de 6 PDTs para objetos do modelo a parametrizar, tal como indicado na

Figura 4.10. Salienta-se que todos os ficheiros possuem formatos correntes (.xlsx ou .txt) pelo que a respetiva consulta não implica recurso a ferramentas BIM. Adicionalmente, o ficheiro de *shared parameters* é editável no bloco de notas do Microsoft Windows ou diretamente em Revit.

The screenshot shows the 'Project Files' interface in the CDE. On the left, there is a tree view of project folders:

- Project Files
 - 0_ElemBase
 - Arqueo
 - Cadastro
 - Cartog
 - EstProjAnteriores
 - Fotos
 - Geo
 - Levant3D
 - LicenciaPP
 - Requisitos
 - ClassificParamet
 - EIR_BEP
 - ET
 - LogosNormasDes
 - Terrenos
 - Topog
 - 1_EmCurso
 - 2_Partilhado
 - 3_EmVigor

On the right, a list of files is displayed:

Name
ClassificacaoRevit_EPALVT_Jun23.xlsx
EQP_010_050_120-Junta.xlsx
EQP_010_080_010-GrupoSubmersivel.xlsx
EQP_010_080_060-BombaCentrifuga.xlsx
EQP_010_090_060-ValvulaCunha.xlsx
EQP_010_090_160-ValvulaRetencao.xlsx
EQP_010_110_040-MedidorCaudalEletromagnetico.xlsx
EQP_010_120_020-ReservatorioArComprimido.xlsx
EQP_010_050_110-Tubagem.xlsx
EQP_030_020_060-Extintor.xlsx
SharedParameters_EPALVT_Jun23.txt

Figura 4.10 - Estrutura de pastas no CDE (até ao 2º nível) e ficheiros carregados

Este CDE permite ainda definir uma codificação de ficheiros de uma forma automática para todas ou um conjunto seleccionado das pastas do projeto. Por defeito, o sistema considera a codificação proposta na EN ISO 19650-2 mas permite, através da edição de um template .xlsx desenvolvido pela Autodesk, importar um sistema de codificação personalizado. Assim, esse ficheiro foi editado de forma a espelhar o sistema de classificação da EPAL/AdVT descrito no subcapítulo 3.3.5, tal como se apresenta na Figura 4.11.

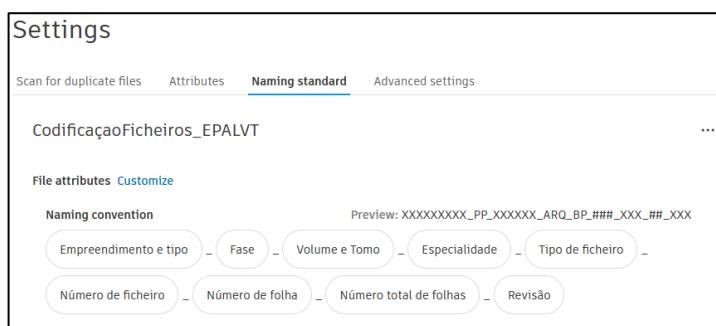


Figura 4.11 - Codificação de ficheiros imposta no CDE

A codificação de ficheiros foi imposta às áreas 2_Partilhado e 3_EmVigor (e a todas as pastas associadas a estas áreas). Na Figura 4.12 encontra-se espelhada essa exigência de codificação; qualquer ficheiro importado para o CDE que não cumpra esses requisitos não será aceite, como demonstrado para o exemplo de um modelo de hidráulica de abastecimento (HAA) que se pretendia carregar em 2_Partilhado\Especialidad\HAA.

1 file doesn't conform to naming standard. Resolve errors with: naming standard (1), characters (0), and duplicates (0). Only show files with errors

1 file awaiting upload to Project Files/2_Partilhado/Especialidad/HAA Rename all Remove all

<input type="checkbox"/> File name	Empreendi... * Fase *	Volume e Tomo *	Especialida... *	Tipo de ficheiro *	Número de ficheiro *	Número de folha *	Número total de folhas *	Revisão *
<input type="checkbox"/> Modelo _____ Modelo_HAA.rvt	<input type="text" value="Modelo"/> - <input type="button" value="Sele..."/> - <input type="text" value="XXXXXX"/> - <input type="button" value="Sea... ^"/> - <input type="button" value="Sele... v"/> - <input type="text" value="###"/> - <input type="text" value="XXX"/> - <input type="text" value="##"/> - <input type="text" value="XXX"/> <input type="button" value="X"/>							

EST
Estruturas
GEO
Geotecnia
HAA
Hidráulica de águas de abast...
HAR
Hidráulica de águas de sane...
HAP
Hidráulica de águas pluviais

Figura 4.12 - Requisitos na codificação de ficheiros no CDE (exemplo de picklist para o campo <Especialidade>)

A área 0_ElemBase contém ficheiros de apoio ao projeto, não contendo informação produzida durante a execução desse projeto e a área 1_EmCurso é de utilização opcional pelos projetistas (podendo os mesmos colocar nessa área qualquer informação que considerem relevante). Por essa razão, para essas duas áreas não foi definida qualquer codificação.

Tal como referido, para testar as hipóteses indicadas nesta dissertação, foi desenvolvido um modelo de uma estação elevatória (EE) de águas genérica em Revit. A EE modelada possui 2 pisos, sendo um deles enterrado e uma cobertura plana. No piso inferior localiza-se a generalidade dos equipamentos, com uma conduta de compressão alimentada 4 grupos eletrobomba em paralelo, a partir de uma conduta de compressão de maior diâmetro. O sistema contempla ainda um conjunto de válvulas de seccionamento de cunha elástica com diferentes diâmetros (cujo objetivo é permitir, bloquear ou regular o fluxo de água no sistema) e 4 válvulas de retenção a jusante de cada grupo eletrobomba (cujo objetivo é manter o fluxo unidireccional e evitar retornos). Mais, existem ainda 2 reservatórios de ar comprimido (RACs) para estabilização da pressão na rede, 2 medidores de caudal eletromagnético (na tubagem de aspiração e compressão), diversos acessórios como juntas de desmontagem, juntas cegas ou cones de redução de diferentes diâmetros, uma ponte rolante para extração dos grupos eletrobomba (manutenção ou substituição dos equipamentos), um armário de quadros elétricos e extintor de segurança.

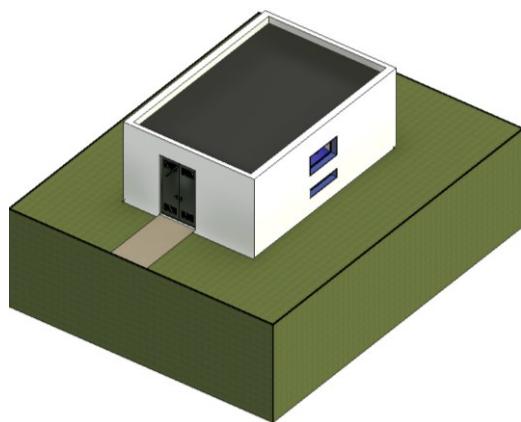


Figura 4.13 - Modelo tridimensional da Estação Elevatória em Revit

No Anexo F apresentam-se algumas vistas tridimensionais, em planta e cortes do modelo executado e no Anexo G os PDTs incorporados neste modelo.

De forma a dar resposta aos usos BIM identificados no Quadro 4.5, foi feita uma análise de interferências no modelo federado em *Navisworks*. Foi detetada uma interferência *hard clash* entre um elemento de arquitetura (porta) e um elemento de instalações mecânicas (ponte rolante), tal como identificado na Figura 4.14. Esta interferência foi aceite, uma vez que existe um prolongamento da viga da ponte rolante para lá da porta do edifício (de forma a permitir a extração dos equipamentos). A saliência existente na porta para acomodar a viga não foi modelada, daí a sinalização da interferência.

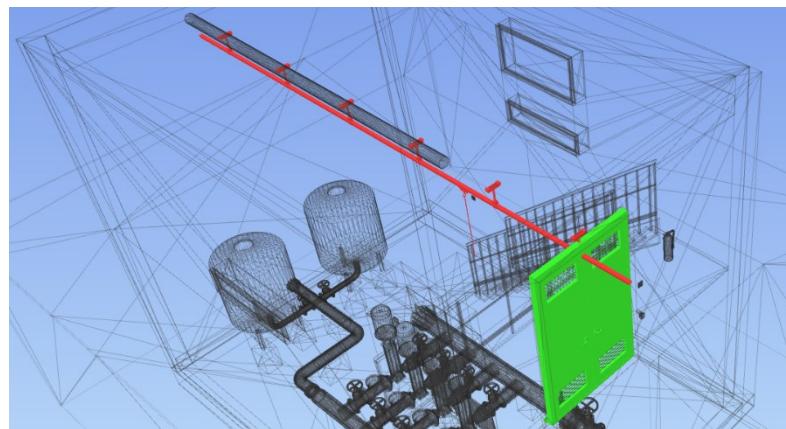


Figura 4.14 - Interferências identificadas em Navisworks

No processo de modelação em *Revit* recorreu-se a uma combinação de famílias de fabricantes e famílias modeladas pelo autor desta dissertação. Independentemente da origem das famílias utilizadas, a respetiva nomenclatura seguiu as regras definidas no subcapítulo 3.4, como indicado na Figura 4.15.

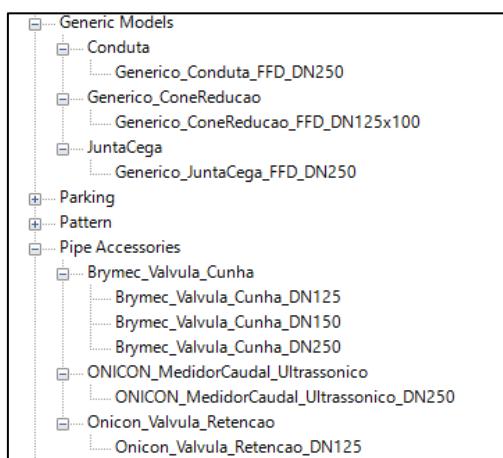


Figura 4.15 - Nomenclatura de famílias para o modelo criado em Revit

Após a modelação tridimensional, o modelo foi parametrizado em *Revit* utilizando a classificação do CICS e criando os parâmetros relevantes para os objetos (de acordo com o indicado nos 7 PDTs apresentados no Anexo G). Para o efeito foi utilizado o add-on *DiRoots – ParaManager*, permitindo assim criar todos os parâmetros de cada PDT numa única operação.

A classificação GNA e EDF foi atribuída como parâmetro de projeto, tal como indicado na Figura 4.16.

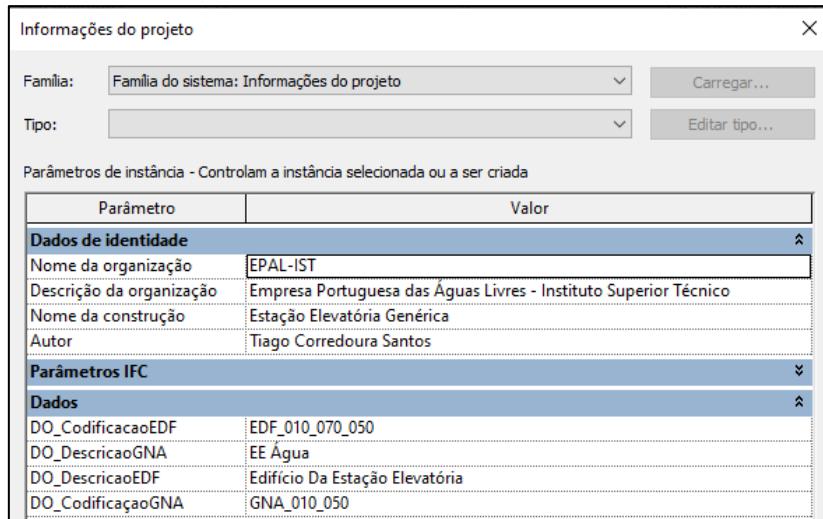


Figura 4.16 - Informações do projeto desenvolvido

As várias áreas da EE foram também classificadas consoante o seu tipo. A Figura 4.17 apresenta a classificação de EZO para a “Zona dos Grupos Eletrobomba”.

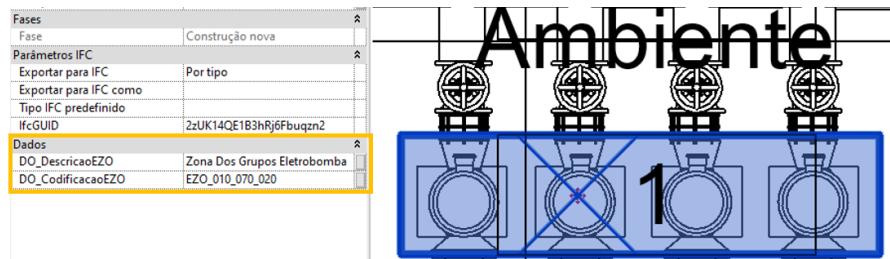


Figura 4.17 - Classificação de EZO do modelo

Em termos de parâmetros intrínsecos aos elementos do modelo, apresenta-se na Figura 4.18 a criação de campos para uma das bombas centrífugas verticais, recorrendo ao add-on referido.

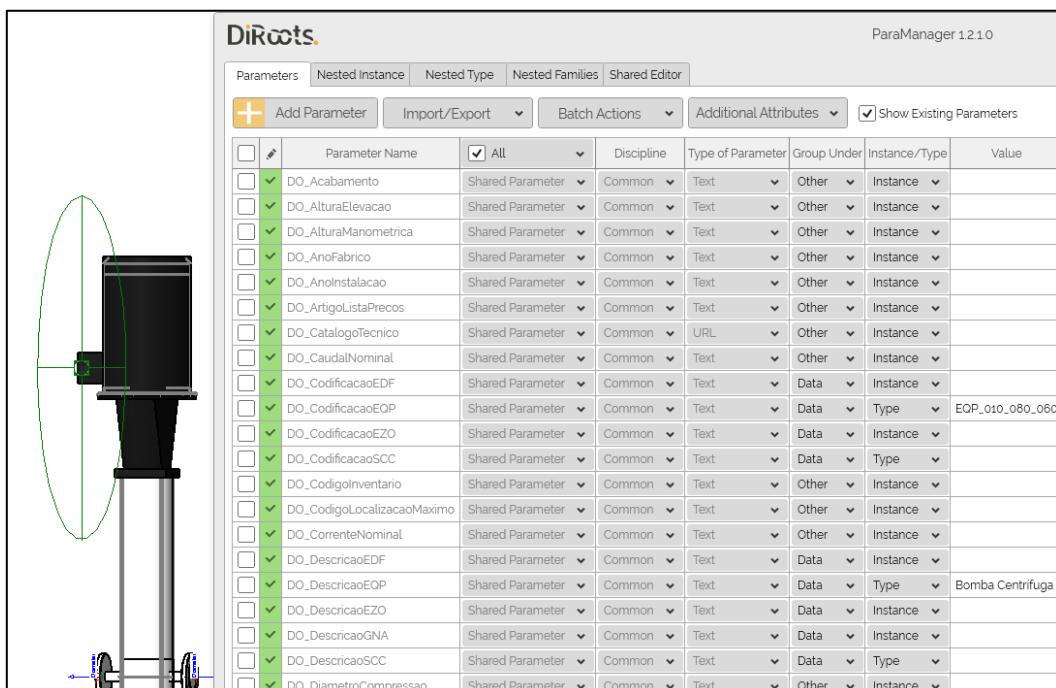


Figura 4.18 - Criação de parâmetros em Revit para uma das famílias do modelo utilizando o add-on DiRoots - ParaManager

Após repetição deste processo para os 7 PDTs, foi criado um *Schedule* em *Revit* com a correspondência parâmetros – ativos. Posteriormente, o *Schedule* criado foi exportado para *Excel* utilizando o add-on *DiRoots – SheetLink*. No Quadro 4.6 apresenta-se o resultado dessa exportação e um exemplo parcial de preenchimento para uma das válvulas de cunha elástica presentes no modelo.

Quadro 4.6 - Exportação de Schedule para Excel e exemplo de preenchimento

Element ID	DO_CodificacaoEQP	DO_DescriçaoEQP	DO_Ano	DO_Ano	DO_CatalogoTecnico	DO_Diametr oEntreFuros	DO_Fornece dor	DO_Funciona a	DO_Marc a	DO_Material	DO_Mate rialFuso	DO_Mat erialSed es	DO_Mo delo	DO_Norm asFabrico	DO_Norm asFlanges
Custom Param Type	String	Type	Fabrico	Instalaç ao	Instance	Flange	String	String	Outros	Corpo	String	String	String	String	String
539779	EOP_010_050_190	Junta													
558753	EOP_010_050_190	Junta													
582212	EOP_010_050_190	Junta													
582399	EOP_010_050_190	Junta													
582414	EOP_010_050_190	Junta													
582425	EOP_010_050_190	Junta													
612874	EOP_010_050_190	Junta													
634973	EOP_010_050_190	Junta													
638429	EOP_010_050_190	Junta													
523814	EOP_010_080_060	Bomba Centrifuga													
524681	EOP_010_080_060	Bomba Centrifuga													
524700	EOP_010_080_060	Bomba Centrifuga													
524707	EOP_010_080_060	Bomba Centrifuga													
529773	EOP_010_090_060	Válvula De Cunha	2023	2023	https://www.fucoli-somepal.pt/PT/produtos/produtos/agua-potavel/válvulas/válvulas-diversas/3614	S15, segundo a EN 558 tabela 2 do Catálogo Técnico	FUCOLI	Secciona e regula caudais	FUCOLI	ferro fundido dúctil EN-GJS-500-7 (GGG50)	Aço inox AISI 316 L	Latão	Bronze	S15	ISO 9001 DIN EN 1092-2
530152	EOP_010_090_060	Válvula De Cunha													
530257	EOP_010_090_060	Válvula De Cunha													
530384	EOP_010_090_060	Válvula De Cunha													
530475	EOP_010_090_060	Válvula De Cunha													
530724	EOP_010_090_060	Válvula De Cunha													
530835	EOP_010_090_060	Válvula De Cunha													
530976	EOP_010_090_060	Válvula De Cunha													
561673	EOP_010_090_060	Válvula De Cunha													
610404	EOP_010_110_040	Medidor De Caudal													
611330	EOP_010_110_040	Medidor De Caudal													
477622	EOP_010_120_020	Reservatório De Ar													
485655	EOP_010_120_020	Reservatório De Ar													
467259	EOP_030_020_060	Extintor													
451314	EOP_030_070_070	Diferencial De Elev													

Este processo é bidirecional pelo que é possível editar em *Excel* o *Schedule* exportado e importar novamente o resultado em *Revit* (através da correspondência dos Element ID – primeira coluna do Quadro 4.6). Este processo é útil para eventuais utilizadores da informação que não possuam licença de *Revit* ou pretendam editar informação de uma forma mais expedita.

De forma análoga, o *Maximo* também permite fluxos bidireccionais com ficheiros *Excel*. Em termos de importação desse tipo de ficheiros de dados pode ser utilizado um ficheiro *Excel*, já preparado para o efeito, denominado *MxLoader* e que se faz acompanhar de um guia explicativo do funcionamento desse ficheiro [112].

Quadro 4.7 - Informação a preencher no MxLoader - exemplo utilizado no guia explicativo [112]

A	B	C	D	E	F
MXASSET	ASSET	Query	description like "%Ext%"	LOCATION	PARENT
ASSETNUM	SITEID	DESCRIPTION	STATUS		
1001	BEDFORD	Fire Extinguisher	OPERATING	OFF301	
1002	BEDFORD	Fire Extinguisher	OPERATING		
1003	BEDFORD	Fire Extinguisher	ACTIVE		
1004	BEDFORD	Fire Extinguisher	ACTIVE		120001
1005	BEDFORD	Fire Extinguisher	ACTIVE		TEST4
1006	BEDFORD	Fire Extinguisher	ACTIVE		11220
1007	BEDFORD	Fire Extinguisher	ACTIVE		
1007	BEDFORD	Fire Extinguisher	NOT READY		
FIRE-101	BEDFORD	Fire Extinguisher	NOT READY		
FIRE-102	BEDFORD	Fire Extinguisher	NOT READY		
2260	BEDFORD	Fire Extinguisher	DECOMMISSIONED	CENTRAL	

A EPAL/AdVT utiliza um ficheiro *MxLoader* que tem por base o suprarreferido, estando adaptado para as características da plataforma *Maximo* da Empresa.

A adaptação do *Schedule* exportado do modelo para se obter o ficheiro *MxLoader* da EPAL/AdVT (e vice-versa) são processos relativamente expeditos. Verificou-se que, pese ainda sejam processos

semiautomáticos com considerável interação do utilizador, este fluxo de informação é possível, bidirecional e não acarreta custos adicionais para a Empresa, para além das licenças de softwares de âmbito BIM já utilizadas atualmente no acompanhamento das fases de projeto e obra.

Este processo de modelação permitiu verificar a viabilidade e relativa facilidade na aplicação dos requisitos BIM definidos nesta dissertação, sem que fosse necessário proceder a afinações aos ficheiros desenvolvidos e práticas de trabalho em BIM propostas.

5 Conclusões

5.1 Considerações finais

Ao longo das últimas décadas, o BIM tem se assumido como uma resposta possível para fazer face aos desafios do setor AECO. A crescente preponderância desta metodologia tem resultado no aumento da produção de documentação técnica, normativa e orientadora de adoção e aplicação desta metodologia de trabalho, bem como no desenvolvimento de diferentes softwares, ferramentas e aplicações. No entanto, o setor AECO encontra-se apenas parcialmente alavancado por estes desenvolvimentos, com taxas de implementação e desenvolvimento BIM muito díspares a nível nacional e internacional consoante o tipo de infraestrutura que se pretende modelar (construção vertical/sistemas lineares) e os usos pretendidos para os modelos, o que acaba por criar um “vazio” entre as estratégias de implementação de novos métodos de trabalho e as ferramentas tecnológicas. Os intervenientes têm dificuldade em fazer a ponte entre esse “vazio”, sendo que decisões erradas acarretam custos para um setor que trabalha com margens reduzidas e que é tradicionalmente resistente à mudança, o que acaba por promover a manutenção do *status quo*. A solução passa pela criação de diretivas estatais de implementação BIM, à semelhança da estratégia utilizada por países como o Reino Unido, permitindo a transição gradual e sistematizada de todo o setor AECO (público e privado) para o trabalho em BIM. Apesar da publicação recente da Portaria n.º 255/2023, onde o trabalho em BIM passou a estar definido no quadro legislativo português, com a inclusão dos modelos de informação nas telas finais e a possibilidade de contratação de um BEP, não existe à data uma diretiva nacional de transição para o trabalho nesta metodologia (a optionalidade de contratação em BIM fica ao critério das entidades contratantes). É crucial que essa diretiva seja desenvolvida para que possa ser aplicada pela administração indireta do Estado (entidades públicas empresariais com capital público, como a EPAL/AdVT) e administração autónoma (como autarquias).

Não obstante, o trabalho desenvolvido pelo autor desta dissertação contribuiu para o processo de implementação BIM na Empresa que, à data, se encontra mais bem preparada para fazer face aos desafios desta metodologia e às exigências de uma futura diretiva nacional. Salienta-se a produção documental pelo autor desta dissertação, nomeadamente o desenvolvimento de um guia BIM interno, que permitiu estruturar processos internos e contribuir para a introdução generalizada a esta metodologia e um EIR tipo e *template* de BEP, que já se encontram em utilização em Cadernos de Encargos de novas prestações de serviço externas em fase de contratação. Estes documentos têm permitido não só à Empresa balizar os seus requisitos BIM e estipular a qualidade dos entregáveis, como também auxiliam a própria orçamentação dos proponentes.

Em termos de requisitos específicos referentes à informação dos modelos, a estrutura de pastas e codificação de ficheiros proposta já se encontra em plena utilização, por elementos do Departamento de Estudos e Projetos da Empresa e prestadores de serviço externos, na plataforma Autodesk *Construction Cloud*, sendo mais uma contribuição para uma eficiente gestão e da informação produzida. De forma análoga, o CICS, listagem de parâmetros e PDTs desenvolvidos (que agregam os dois anteriores) já se encontram em aplicação em projetos e obras das 3 áreas principais da Empresa: Abastecimento, Saneamento e Património Histórico, o que tem contribuído para a normalização da

informação dos elementos entregues e familiarização destes ficheiros pelos elementos da EPAL/AdVT e prestadores de serviço e empreiteiros contratados para execução de projetos e obras segundo o BIM. Também os processos apresentados para o carregamento e exportação de informação (em *Autodesk Revit*) se encontram em plena utilização, tendo igualmente sido transmitidos a prestadores de serviço e empreiteiros que executam trabalho para a Empresa nesse software, com resultados preliminares bastante positivos (sob a forma de entregáveis). Tal garante que os dados exportados seguem a estrutura definida para a EPAL/AdVT e agiliza o posterior carregamento da informação nas bases de dados de gestão dos ativos da Empresa, promovendo dessa forma a adoção do BIM ao longo de todo o ciclo de vida dos ativos.

Não se pode, no entanto, considerar estes requisitos de modelação como terminados (devem acompanhar o processo evolutivo do BIM), tendo sido desenvolvidos de forma a permitir uma eventual adaptação a *standards* internacionais, à medida que estes tenham uma maior difusão e aceitação em Portugal. Não obstante, a decisão de desenvolver requisitos BIM inerentes à EPAL/AdVT foi a forma mais célere encontrada para garantir a harmonização da informação produzida associada ao BIM em empreendimentos em execução e a executar no curto-médio prazo. Será, no entanto, necessário um grande envolvimento no processo por parte de todos os intervenientes ligados ao ciclo de vida dos ativos, de forma a maximizar os benefícios do BIM para a organização.

A metodologia BIM está em acelerada evolução a nível internacional e nacional com o desenvolvimento de novas tecnologias, ferramentas, normas, especificações técnicas e guias orientadores, que têm potenciado o surgimento de novos usos BIM. Esta nova forma de trabalho é incontornável, pelo que as empresas terão de desenvolver esforços no sentido da sua capacitação técnica, sob pena de perderem competitividade num mercado em evolução.

5.2 Dificuldades enfrentadas e limitações do trabalho desenvolvido

Em termos de requisitos específicos da modelação paramétrica, este trabalho evidenciou que a sistematização de um CICS (definição de notação, sintaxe e organização da informação em tabelas) é um processo moroso e com várias dificuldades associadas, que só serão ultrapassadas com a adoção generalizada do BIM na EPAL/AdVT e entidades externas que executem trabalhos para a Empresa. Uma das dificuldades encontradas no desenvolvimento do CICS foi a distinção entre a informação que deve ser representada por uma entrada do sistema ou por um parâmetro (e.g. definir se “válvula de cunha” deveria corresponder a uma entrada no CICS ou deveria existir apenas uma classe subordinada “válvula” e “de cunha” ser incorporado no modelo como parâmetro *DO_TipoDeValvula*). Este processo foi analisado para todos os objetos a integrar o sistema, tendo sido decidido objeto a objeto quais as características que assumem uma preponderância tal que justificam a criação de uma entrada no CICS e quais as que devem ser representadas no modelo através de parâmetros.

Outro aspeto tido como uma dificuldade ao trabalho desenvolvido foi a semântica que acompanha cada uma das entradas do CICS. A bibliografia consultada e a documentação disponível na EPAL/AdVT apontavam, por vezes, para designações distintas para o mesmo objeto (e.g. caixa de válvulas ou câmara de válvulas), pelo que foi necessário definir internamente e, para cada objeto, qual a semântica

mais adequada a utilizar. Esta dificuldade verificou-se também no desenvolvimento da listagem de parametrização.

O sistema *Uniclass2015*, no qual o CICS desenvolvido se baseou, classifica informação consoante o seu propósito (e.g. um elevador pode ser classificado nas tabelas de Espaços/Localizações, Elementos/Funções, Sistemas, Ferramentas/Equipamentos e Produtos desse sistema). Para o CICS desenvolvido no âmbito deste trabalho, optou-se por, nesta fase inicial, classificar um determinado objeto apenas numa tabela. Esta estratégia minimiza as ambiguidades e eventuais erros na classificação dos modelos; no entanto, diminui a abrangência do CICS desenvolvido (e.g. uma câmara de válvulas é classificada unicamente na tabela de Espaços e Zonas, não tendo nenhuma entrada na tabela de Sistemas de Construção Civil).

Outra dificuldade enfrentada e que gerou bastante discussão no desenvolvimento do CICS prendeu-se com a caracterização dos ativos pelo seu *output* funcional. Como exemplo, no CICS desenvolvido uma “Bomba Centrífuga” com o código EQP_010_080_060 pertence à classe subordinante EQP_010_080 designada por “Grupos Eletrobomba”. No entanto, ao mesmo nível dessa classe subordinante existe uma designada por “Tratamento da Fase Líquida” com o código EQP_010_020. Um utilizador que pretenda classificar o ativo “Bomba Centrífuga” numa Estação de Tratamento de Água pode ser induzido em erro ao procurar o código pretendido; no entanto, para evitar duplicação de entradas no CICS procurou-se classificar os ativos por tipologia e não por função.

Refere-se ainda que a classificação de ativos durante a modelação é um processo moroso, tendo de ser realizado objeto a objeto, exigindo ainda que esses modelos sejam auditados pela EPAL/AdVT, a fim de detetar eventuais incorreções na classificação atribuída. Uma solução seria o desenvolvimento de uma biblioteca de objetos proprietários da EPAL/AdVT sendo que, à data, esse trabalho ainda não foi iniciado.

No que diz respeito à listagem de parâmetros desenvolvida e à matriz de correspondência ativos-parâmetros referida no Quadro 3.12, ainda é necessário proceder à limpeza de entradas dessa matriz redundantes, repetidas ou obsoletas a fim de criar PDTs com a informação que é efetivamente útil à EPAL/AdVT.

5.3 Oportunidades e perspetivas de desenvolvimentos futuros

A presente dissertação teve como objetivo desenvolver trabalho de base de implementação BIM na EPAL/AdVT e estruturar os próximos passos para dar continuidade a esse processo, obtendo assim um maior valor acrescentado para a Empresa. A experiência da implementação BIM em várias entidades internacionais referidas neste documento demonstra que os benefícios do BIM são diretamente proporcionais ao número de procedimentos de contratação em BIM. Donos de Obra que já tenham absorvido muitos dos custos iniciais do BIM (em termos de mudança de processos, mudanças culturais nas empresas e capacitação técnica e tecnológica) estão mais bem posicionadas para obter modelos paramétricos com maior qualidade e conseguir utilizar a informação modelada para a gestão dos seus ativos. Nesse sentido, Donos de Obra como a EPAL/AdVT devem desenvolver esforços de formação de quadros (de projeto, obra e gestão e ativos) para que assumam funções de gestão BIM, permitindo assim fazer definir e cumprir os requisitos BIM desde a fase de contratação de

projeto até à gestão dos ativos (como a correta classificação da informação e criação de parâmetros dos modelos em projeto, o preenchimento desses parâmetros de acordo com o que foi instalado em obra e a extração de informação dos modelos para alimentar softwares de gestão de ativos).

Em termos dos requisitos BIM definidos neste documento e adaptados aos empreendimentos BIM, foi desenvolvida uma estrutura de pastas para projeto e já em utilização no CDE da EPAL/AdVT. Um dos desenvolvimentos futuros será a automatização do mapa de processos indicado no Anexo B no CDE da Empresa (plataforma Autodesk Construction Cloud já permite que tal seja feito). Outro trabalho que será necessário desenvolver é a criação de uma estrutura de pastas para acompanhamento da fase de obra que siga os pressupostos considerados para a estrutura de projeto, mas que será forçosamente distinta dessa (em obra existem documentos como planos de trabalhos, fichas de aprovação de materiais e equipamentos, autos de medição, informação de compilação técnica, comissionamento, pré-arranque, etc.). Da mesma forma, à medida que este tipo de informação for sendo incorporada no CDE, será necessário atualizar o sistema de codificação de ficheiros proposto no Anexo C. Também o sistema de classificação de ativos desenvolvido será forçosamente afinado em projetos futuros, com a inclusão de novas entradas e eventual eliminação de existentes, seguindo o processo indicado na Figura 3.12. Para estas novas entradas e para as existentes atualmente sem correspondência, deverá ser feita ligação ao sistema *Uniclass2015*, acompanhando também a sua evolução e facilitando uma eventual transição futura para esse CICS. Mais, deverão ser desenvolvidos esforços para ligar o sistema desenvolvido pela EPAL/AdVT ao planeamento de trabalhos e à produção de MTQs, passando o texto de cada articulado a incluir referência à codificação de objetos. Também a listagem de parâmetros será afinada, à medida que os PDTs produzidos forem sendo validados pela EPAL/AdVT (eliminando parâmetros redundantes e acrescentando outros em falta). O objetivo é que todas as tipologias de ativos geridas pela Empresa tenham os seus termos, expressões e conceitos unificados, para ser possível estabelecer relações coerentes entre dados incorporados no BIM. Assim, o sistema de classificação de ativos e listagem de parâmetros deverão ser parte de uma biblioteca global com correspondência entre termos idênticos com diferentes designações, de forma a evitar a codificação duplicada de ativos e a criação de parâmetros idênticos no sistema. Paralelamente, será necessário desenvolver PDTs para todos os ativos da Empresa, sendo que atualmente se encontram desenvolvidos 42 PDTs e estimando-se que o número final possa ser cerca de 15 vezes superior. Através da criação desses PDTs e preenchimento de informação no modelo, será possível, por exemplo, extrair informação dos modelos durante a execução da obra e confrontar esses dados com os BAMEs (Boletins de Aprovação de Materiais e Equipamentos) entregues pelo empreiteiro durante a obra.

Uma das maiores dificuldades de implementação BIM é a falta de interoperabilidade entre sistemas pelo que, no futuro, se considera relevante explorar a correspondência entre os parâmetros de cada PDT e o IFC schema. Um esforço inicial nesse sentido já foi incluído na presente dissertação, com a correspondência de *IfcElementType*, *IfcPredefinedType* e *ObjectType* nos PDT apresentados no Anexo F, seguindo o processo indicado no subcapítulo 3.7. No entanto, será necessário associar a cada parâmetro dos PDT o respetivo *IfcProperty*, para que a informação contida nos modelos possa ser efetivamente transposta para formato IFC.

Outras ferramentas potencialmente relevantes, e que permitem a ligação entre modelos BIM e o software de gestão de ativos IBM *Maximo* em uso na EPAL/AdVT, como a exportação de dados de modelos paramétricos no formato COBie (e.g. utilizando o *add-on BIM Interoperability Tools* no Revit para o efeito) ou recorrendo a aplicativos como o *ModelStream* desenvolvido pela Empresa *Microdesk* não foram exploradas na presente dissertação.

Referências bibliográficas

- [1] «Business Plan: CEN/TC 442 Building Information Modelling», 2020.
- [2] A. Rathnayake e C. Middleton, «Systematic Review of the Literature on Construction Productivity», *J Constr Eng Manag*, vol. 149, n. 6, 2023, doi: 10.1061/JCEMD4.COENG-13045.
- [3] «Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity», 2017.
- [4] J. Ingram, *Understanding BIM - The past, present & future*. 2020.
- [5] G. Ofori, F. Y. Y. Ling, e Z. Zhang, «Enhancing productivity in construction with co-existence of different definitions», em *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics, 2022. doi: 10.1088/1755-1315/1101/8/082014.
- [6] K. Whitlock, F. H. Abanda, M. B. Manjia, C. Pettang, e G. E. Nkeng, «4D BIM for Construction Logistics Management», *CivilEng*, vol. 2, n. 2, pp. 325–348, Jun. 2021, doi: 10.3390/civileng2020018.
- [7] K. Farghaly, F. H. Abanda, C. Vidalakis, e G. Wood, «Taxonomy for BIM and Asset Management Semantic Interoperability», *Journal of Management in Engineering*, vol. 34, n. 4, Jul. 2018, doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000610.
- [8] B. Kumar, *A Practical Guide to Adopting BIM in Construction Projects*. 2015.
- [9] «SECClasS: Análise de conceitos, normas e sistemas de classificação da informação da construção», 2021.
- [10] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, e K. Liston, *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*, 2.^a ed. 2011.
- [11] G. Lee, N. Mathews, J. Yoders, e D. Gilmore, «McGraw Hill Construction: The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets - How Contractors Around the World Are Driving Innovation with Building Information Modeling», 2014.
- [12] L. Gonçalves e J. Gagliardo, «Estudo de Caso: Utilização da Fotogrametria para Geração de BIM's», em *2º Congresso Português de Building Information Modelling*, 2018, pp. 199–208.
- [13] L. Sanhudo *et al.*, «Técnicas de Levantamento Laser Scanner - Aplicabilidade ao Contexto dos Edifícios», em *2º Congresso Português de Building Information Modelling*, 2018, pp. 179–188.
- [14] S. Hamil, «NBS: BIM dimensions - 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained». Acedido: 30 de Outubro de 2023. . Disponível em: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained>
- [15] A. Rashidi, W. Y. Yong, D. Maxwell, e Y. Fang, «Construction planning through 4D BIM-based virtual reality for light steel framing building projects», *Smart and Sustainable Built Environment*, 2022, doi: 10.1108/SASBE-06-2022-0127.
- [16] A. Fazeli, S. Banihashemi, A. Hajirasouli, e S. R. Mohandes, «Automated 4D BIM development: the resource specification and optimization approach», *Engineering, Construction and Architectural Management*, 2022, doi: 10.1108/ECAM-07-2022-0665.

- [17] D. de Oliveira, L. Azevedo, J. Giesta, e A. C. Neto, «Fluxograma para projetos BIM 4D: experimentação e proposta de aprimoramento em um grupo de pesquisa em Natal, Brasil», em *4º Congresso Português de Building Information Modelling*, 2022, pp. 87–95.
- [18] F. Lima, S. Roux, T. Pedro, e R. P. Resende, «Desenvolvimentos na automação da extração de quantidades – Projeto Metabuilding», em *4º Congresso Português de Building Information Modelling*, 2022, pp. 180–191.
- [19] L. Vieira, M. Campos, J. Granja, e M. Azenha, «Modelação da informação e ferramenta digital orientadas à produção automática do MQT no contexto da disciplina de Arquitetura», em *4º Congresso Português de Building Information Modelling*, 2022, pp. 204–215.
- [20] K. Farghaly, F. H. Abanda, C. Vidalakis, e G. Wood, «Taxonomy for BIM and Asset Management Semantic Interoperability», *Journal of Management in Engineering*, vol. 34, n. 4, Jul. 2018, doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000610.
- [21] Y. M. Rashed, I. A. R. Nosair, K. Nassar, I. A. Mashaly, e M. Ghanem, «A BIM-based life cycle cost (LCC) method to reduce the operation energy costs in buildings», em *Building Simulation Conference Proceedings*, International Building Performance Simulation Association, 2019, pp. 151–158. doi: 10.26868/25222708.2019.210616.
- [22] J. Heaton, A. K. Parlikad, e J. Schooling, «Design and development of BIM models to support operations and maintenance», *Comput Ind*, vol. 111, pp. 172–186, Out. 2019, doi: 10.1016/j.compind.2019.08.001.
- [23] K. M. Kensek e D. Noble, *Building Information Modeling - BIM in Current and Future Practice*. 2014.
- [24] G. A. van Nederveen e F. P. Tolman, «Modelling multiple views on buildings», *Autom Constr*, vol. 1, n. 3, pp. 215–224, Dez. 1992, doi: 10.1016/0926-5805(92)90014-B.
- [25] «National Institute of Building Sciences: National BIM Standard - United States Version 3: Terms and Definitions», 2015.
- [26] «ISO/TC 59/SC 13 - Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)». Acedido: 6 de Agosto de 2023. . Disponível em: <https://www.iso.org/committee/49180.html>
- [27] V. Royano, V. Gibert, C. Serrat, e J. Rapinski, «Analysis of classification systems for the built environment: Historical perspective, comprehensive review and discussion», *Journal of Building Engineering*, vol. 67, Mai. 2023, doi: 10.1016/j.jobe.2023.105911.
- [28] «ISO 12006-2:2015 - Building construction — Organization of information about construction works — Part 2: Framework for classification», 2015.
- [29] «ISO 19650-1:2018 - Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles», 2018.

- [30] «ISO 19650-2:2018 - Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of the assets», 2018.
- [31] «ISO 19650-3:2020 - Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 3: Operational phase of the assets», 2020.
- [32] «ISO 16739-1:2018 - Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema», 2018.
- [33] «EN 17412-1:2020 - Building Information Modelling - Level of Information Need - Part 1: Concepts and», 2020.
- [34] «ISO 22274:2013 - Systems to manage terminology, knowledge and content — Concept-related aspects for developing and internationalizing classification systems», 2013.
- [35] «IEC 81346-1:2022 - Industrial systems, installations and equipment and industrial products — Structuring principles and reference designations — Part 1: Basic rules», 2022.
- [36] «ISO 23386:2020 - Building information modelling and other digital processes used in construction — Methodology to describe, author and maintain properties in interconnected data dictionaries», 2020.
- [37] «ISO 23387:2020 - Building information modelling (BIM) — Data templates for construction objects used in the life cycle of built assets — Concepts and principles», 2020.
- [38] T. Margarida Melo Poêjo, «Contributos para um Sistema de Classificação de Informação da Construção Nacional, em conformidade com a Norma ISO 12006», Universidade Nova de Lisboa, 2017.
- [39] P. L. Martins e A. Aguiar Costa, «BIM Product Data Templates: Desafios e Oportunidades», em 2º Congresso Português de Building Information Modelling, 2018, pp. 79–88.
- [40] «IPQ: Modelação de informação da construção (BIM) - Plano de execução BIM (BEP) - Especificação da estrutura do documento», 2023.
- [41] A. A. Costa, B. de C. Matos, D. Drumond, e I. Rodrigues, «Guia de Contratação BIM», 2017.
- [42] «Código dos Contratos Públicos (CCP)», 2023.
- [43] «Portaria n.º 255/2023, de 7 de agosto», 2023.
- [44] «Portaria n.º 701-H/2008, de 29 de julho», 2008.
- [45] K. E. Cassino *et al.*, «McGraw Hill Construction: The Business Value of BIM for Owners», 2014.

- [46] «Transport for New South Wales: TfNSW Application of Uniclass 2015», 2019. . Disponível em:
<https://confluence.transport.nsw.gov.au/display/DMS/Digital+Engineering>
- [47] «Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana Manual BIM Vol. 1 - Estrategia», 2020.
- [48] «Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana: Manual BIM Vol. 2 - Metodología», 2020.
- [49] «Euskal Trenbide Sarea: Manual BIM», 2020.
- [50] «Railway Innovation Hub: Manual Sistema de Clasificación Ferroviaria BIM-RIH», 2020.
- [51] «Puertos del Estado: Guía BIM del Sistema Portuario de Titularidad Estatal», 2019.
- [52] «DAUB-Working Group: Digital Design, Building and Operation of Underground Structures - BIM in Tunnelling», 2019. . Disponível em: www.daub-ita.de
- [53] C. Rua, F. T. Bastos, e A. A. Costa, «BIM e arquitetura: da aprendizagem à prática», em *4º Congresso Português de Building Information Modelling*, 2022, pp. 38–49.
- [54] «ProNIC Sistema de Geração e Gestão de InformaçãoTécnica para Cadernos de Encargos - INESC TEC». Acedido: 8 de agosto de 2023. Disponível em: <https://www.inesctec.pt/pt/clipping/pronic-sistema-de-geracao-e-gestao-de-informacaotecnica-para-cadernos-de-encargos-15963>
- [55] G. Fernandes e J. P. Couto, «BIM na gestão de projetos de construção: barreiras e orientações para os gestores de projetos», em *4º Congresso Português de Building Information Modelling*, 2022, pp. 108–119.
- [56] J. Mizumoto, F. Araújo, J. Ferreira, e J. C. Lino, «A transformação digital de uma construtora portuguesa – implementação holística de processos BIM», em *4º Congresso Português de Building Information Modelling*, 2022, pp. 239–249.
- [57] T. A. Gomes, G. D. Vieira, L. Ribeirinho, R. P. Resende, A. Hipólito, e F. Rocha, «Desafios BIM na implementação do plano geral de drenagem de Lisboa», em *4º Congresso Português de Building Information Modelling*, 2022, pp. 323–334.
- [58] P. Couto, M. João Falcão Silva, F. Salvado, e Á. Vale Azevedo, «Contributo da ISO 19650-1 para a Organização e Digitalização da Informação Utilizando a Metodologia BIM», em *3º Congresso Português de Building Information Modelling*, 2020, pp. 867–876.
- [59] N. Schröter e M. Thome, «Product Data Templates of Repair Products for Building Information Modeling (BIM)», em *MATEC Web of Conferences*, EDP Sciences, 2022. doi: 10.1051/matecconf/202236404009.
- [60] P. H. Pereira, A. P. Assis, e M. Azenha, «Proposta de um Mapa de Processos para o Projeto de Edifícios Adequado à Realidade Portuguesa», em *2º Congresso Português de Building Information Modelling*, 2018, pp. 147–155.
- [61] J. Messner *et al.*, «Penn State University: BIM Project Execution Planning Guide - Version 3.0», 2019.
- [62] «Object Management Group: Business Process Model and Notation (BPMN)», 2011.
- [63] «ISO/IEC 17788:2014 - Information technology — Cloud computing — Overview and vocabulary», 2014.

- [64] «Software Implementations - buildingSMART Technical». Acedido: 29 de Agosto de 2023. Disponível em: <https://technical.buildingsmart.org/resources/software-implementations/>
- [65] «National Institute of Building Sciences: COBie v3 - Construction to Operations Building Information Exchange Standard», 2023.
- [66] P. Couto, M. J. F. Silva, e F. Pinho, «Contributo para um CICS Nacional: Tabelas de Produtos, de Propriedades, de Formas de Informação, de Gestão e Direção de Projeto e de Elementos», em *3º Congresso Português de Building Information Modelling*, 2020, pp. 877–887.
- [67] J. Cann, «Principles of Classification Suggestions for a procedure to be used by ICIS in developing international classification tables for the construction industry», 1997.
- [68] H. M. Nunes, «Sistemas de Classificação de Informação da Construção: Proposta de metodologia orientada para objetos BIM», Universidade Nova de Lisboa, 2016.
- [69] J. E. Gelder, «The design and development of a classification system for BIM», em *Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations*, WIT Press, Set. 2015, pp. 477–491. doi: 10.2495/bim150391.
- [70] «Instituto da Construção e do Imobiliário, LNEC, INESCTEC: Documento InCI/ProNIC», 2012.
- [71] A. C. C. Gomes, «Contributos para o CICS Nacional: Tabelas de produtos de construção e de propriedades», Universidade Nova de Lisboa, 2018.
- [72] «Uniclass System Tables». Acedido: 14 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://uniclass.thenbs.com/download>
- [73] «NATSPEC: Open BIM Object standard - An international standard for object developers», 2018.
- [74] M. El Sibaii, L. Miranda, J. Granja, e M. Azenha, «SECClasseS: Regras de modelacao de objetos BIM», 2021.
- [75] M. El Sibaii *et al.*, «Rumo à definição de ‘Product Data Templates’ nacionais para aplicação generalizada em contexto BIM: Esforços da CT197», em *4º congresso português de ‘Building Information Modelling*, 2022, pp. 245–256.
- [76] «British Water: Product Data Templates». Acedido: 21 de fevereiro de 2023. Disponível em:
https://www.britishwater.co.uk/members/group_content_view.asp?group=235378&id=937664&DGPCrSrt=&DGPCrPg=1
- [77] «EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, SA». Disponível em: <https://www.epal.pt/EPAL/menu/epal/quem-somos>
- [78] «Águas do Vale do Tejo - Grupo Águas de Portugal». Acedido: 21 de novembro de 2022. Disponível em: <https://www.advt.pt/index.php/pt/menu/empresa/historia/>
- [79] S. Freitas, L. Ribeirinho, e A. A. Santos, «Da Conceção até à Gestão, Manutenção e Operação. Sistema de Abastecimento de Água a Portel», em *3º Congresso Português de Building Information Modelling*, 2020, pp. 403–410.

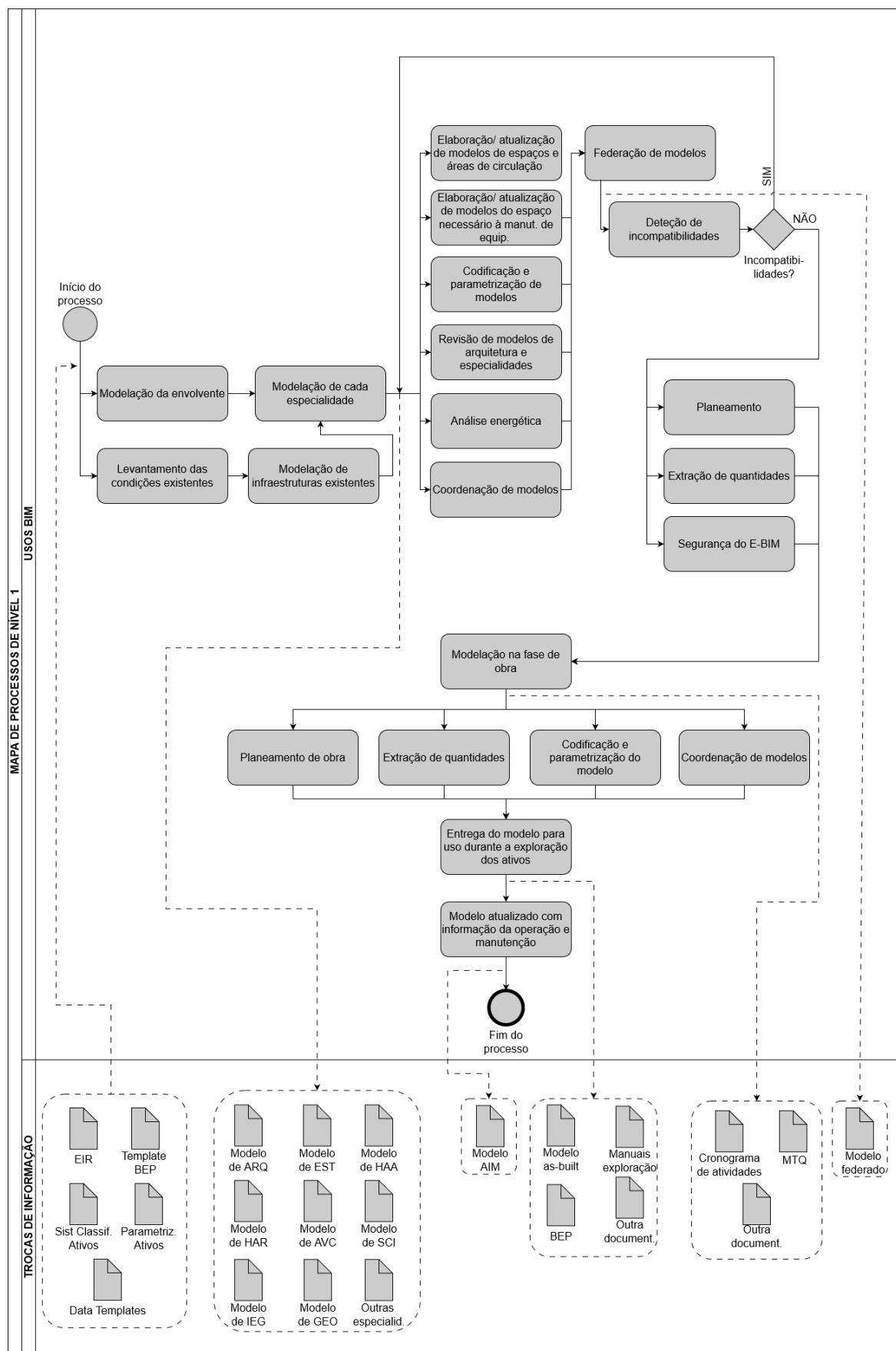
- [80] «U.S. General Services Administration: BIM Guide for Facility Management», 2011.
- [81] «Building Information Modeling (BIM) Guide», 2015.
- [82] «NATSPEC: Project BIM Brief Template», 2016.
- [83] «NATSPEC: National BIM Guide», 2016.
- [84] «Building Construction Authority: Singapore BIM Guide - version 2», 2012.
- [85] D. González, I. Martínez, e M. Gómez, «Rail Baltica: BIM Manual - Detailed BIM Strategy Guidelines», 2018.
- [86] «BuildLACCD: LACCD Building Information Modeling Standards», 2016.
- [87] «Fermilab: Building Information Modeling (BIM) Guide», 2015.
- [88] «BIM Acceleration Committee: The New Zealand BIM handbook - A Guide to Enabling BIM on Building Projects», 2019.
- [89] «National Institute of Building Sciences: National BIM Standard - United States Version 3: Practice Documents», 2015.
- [90] J. Bedrick, W. Faia, P. E. Ikerd, e J. Reinhardt, «BIM FORUM: Level of Development (LOD) Specification Part 1 & Commentary», 2020.
- [91] «U.S. Institute of Building Documentation: Level of Accuracy (LOA): Specification Guide», 2016.
- [92] «Florida International University: Building Information Modeling (BIM) Standard & Guide», 2014.
- [93] «SolidPoint: Marble Hall Revit Survey Specification», 2017.
- [94] «Queensland Government: Construction Building Information Modelling Execution Plan Template», 2019.
- [95] «University of California San Diego: Project BIM Execution Plan».
- [96] «Building Construction Authority (BCA): BIM Essential Guide - For BIM Execution Plan», 2013.
- [97] M. Richards, D. Churcher, P. S. Operam, e D. Throssell, «Construction Project Information Xchange Protocol: Pre-Contract Building Information Modelling (BIM) Execution Plan (BEP)», 2013.
- [98] M. Richards, D. Churcher, P. S. Operam, e D. Throssell, «Construction Project Information Xchange Protocol: Post Contract-Award Building Information Modelling (BIM) Execution Plan (BEP)», 2013.
- [99] «BIM Execution Plan for University of Cambridge», 2016.
- [100] «New Zealand BIM Handbook: Project BIM Execution Plan Template», 2014.
- [101] «American Water Works Association: AWWA Asset Management - Definitions Guidebook», 2018.
- [102] «Railway Innovation Hub: Observatorio del Arte para clasificación BIM Ferroviaria», 2018.
- [103] «Autodesk BIM Interoperability Tools». Acedido: 30 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://interoperability.autodesk.com/>

- [104] «Gerador de preços para construção civil - CYPE Ingenieros». Acedido: 21 de Março de 2023. Disponível em: <http://www.geradordeprecos.info/>
- [105] «UMinho: BIM-ISISE». Acedido: 21 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://pdts.pt/index.php>
- [106] «BIM-MEP AUS: Parameter Manager». Acedido: 21 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://www.bimmepaus.com.au/technical/parameter-manager/>
- [107] «NATSPEC: Properties Generator v2.0». Acedido: 21 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://www.propgen.bim.natspec.com.au/>
- [108] «NBS Shared Parameters». Acedido: 22 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://www.nationalbimlibrary.com/en/nbs-shared-parameters/>
- [109] «NBS: BIM Object Standard», 2019.
- [110] «BIMobject». Acedido: 1 de março de 2023. Disponível em: <https://www.bimobject.com/pt>
- [111] «BuildingSMART: IFC 4 Entities». Acedido: 5 de dezembro de 2023. Disponível em: https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/link/alphabeticalorder-entities.htm
- [112] B. Portaluri, «MxLoader User Guide - Extract and load data in Maximo with ease», 2021.

(Página deixada em branco intencionalmente)

Anexo A

Mapa de processos de nível 1

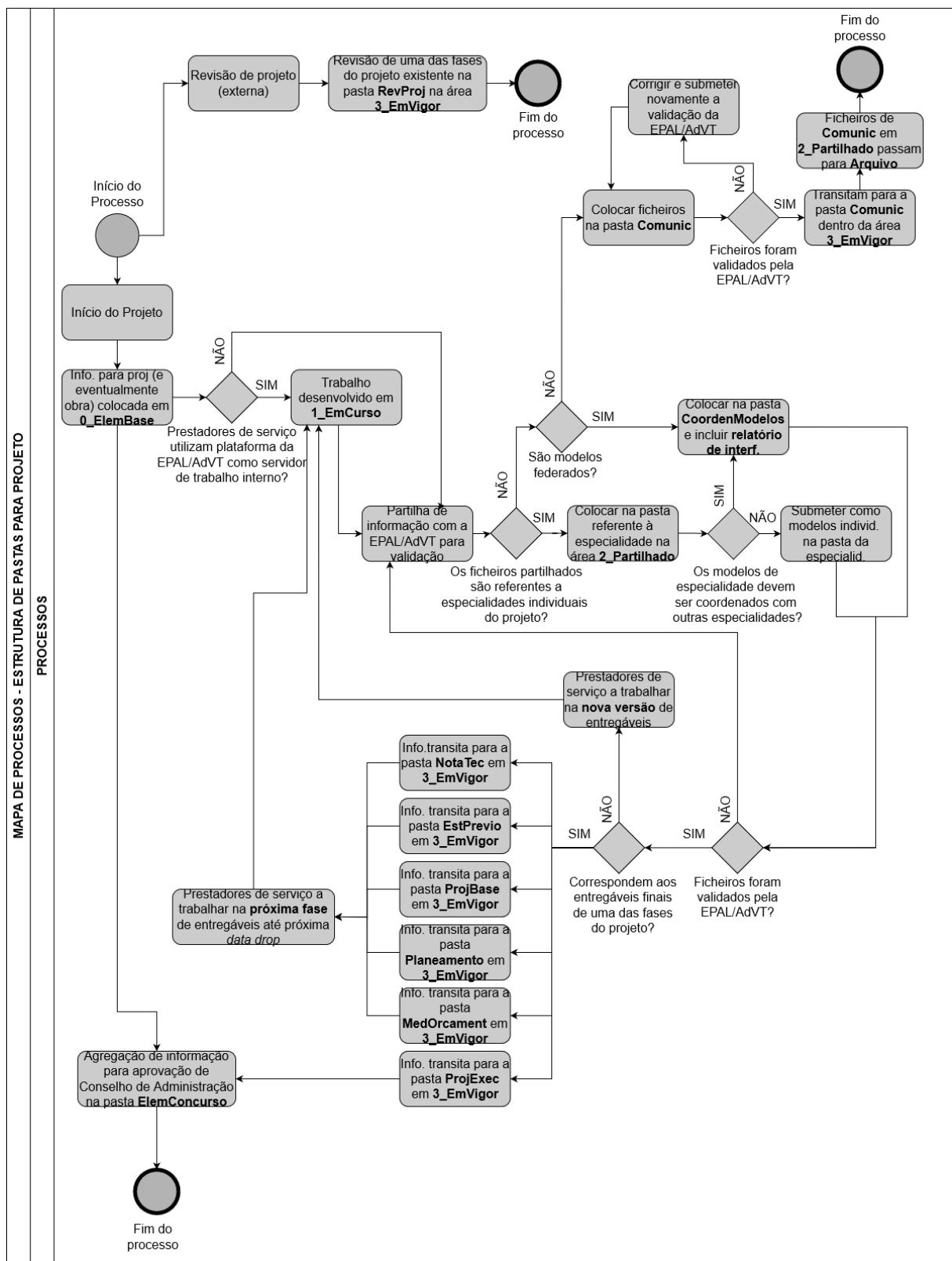


Anexo B

Estrutura de pastas para projeto e fluxograma de aprovação de informação (tendo por base a norma EN ISO 19650)

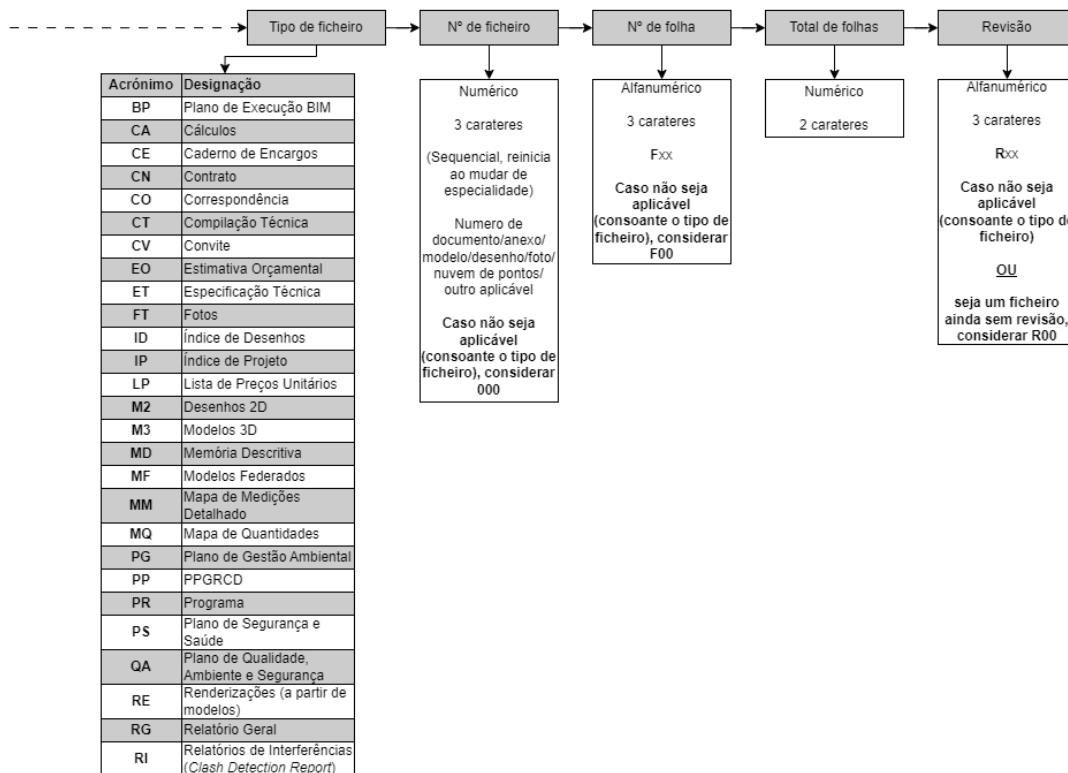
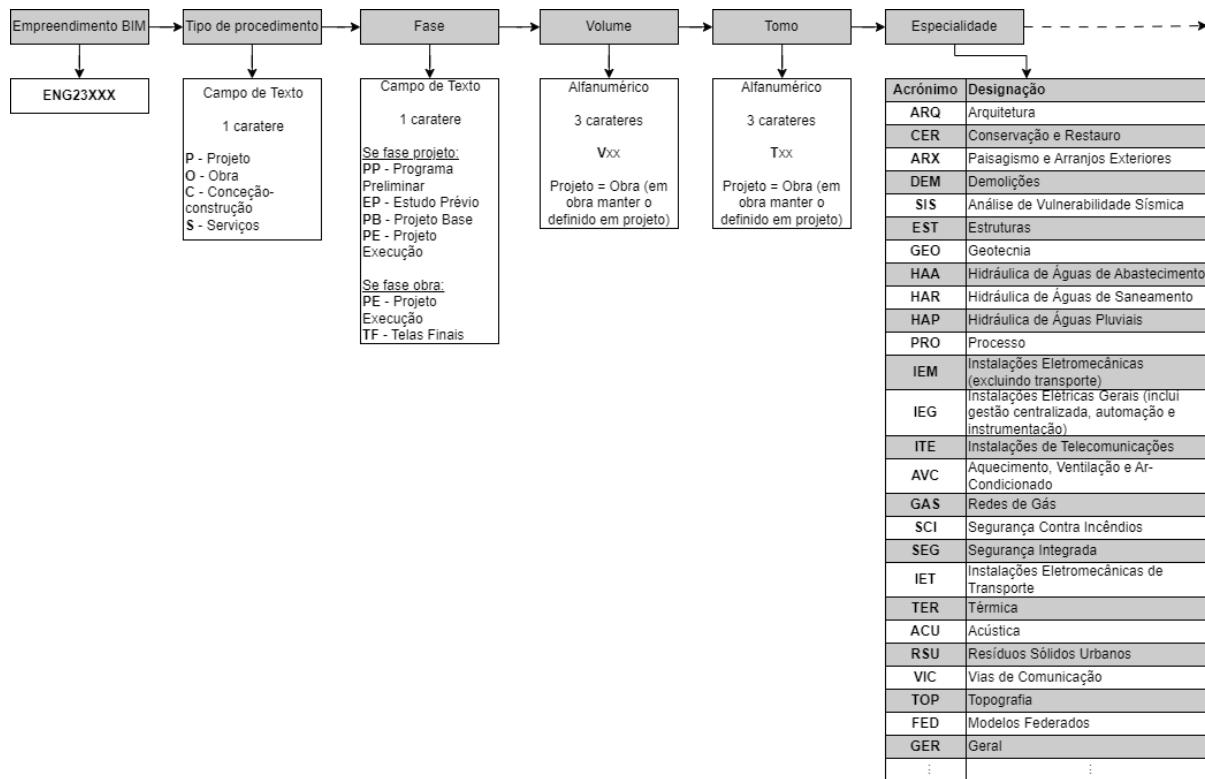
0_ElemBase	Pasta que contém todos os ficheiros de base ao projeto
Arqueo	Arqueologia
Cadastro	Cadastro
Cartog	Cartografia
EstProjAnteriores	Estudos e projetos anteriores que servem de base ao que se pretende desenvolver
Fotos	Registos fotográficos
Geo	Informação referente a prospeções geotécnicas e geologia
Levant3D	Levantamentos de <i>laser scanning</i> e fotogrametria
LicenciaPP	Licenciamentos anteriores ao projeto, pedidos prévios e licenciamentos obtidos durante o projeto NOTA: Subpastas de cada entidade apenas devem ser criadas conforme as necessidades do projeto
APA	Associação Portuguesa do Ambiente
DGPC	Direção Geral do Património Cultural
EDP	Energias de Portugal
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e Florestas
IP	Infraestruturas de Portugal
Municip	Municípios
RAN	Reserva Agrícola Nacional
REN	Reserva Ecológica Nacional
Requisitos	Requisitos de elaboração de peças desenhadas e modelos
ClassificParamet	Inclui os ficheiros de classificação de ativos, parametrização e <i>data template</i> s relevantes para o projeto
EIR_BEP	Pasta que contém o ficheiro de EIR e o BEP desenvolvido pelo adjudicatário
ET	Especificações Técnicas
LogosNormasDes	Logótipos e normas de desenho internas (e.g. normas referentes a layers a utilizar)
Terrenos	Informação tratada referente aos terrenos relevantes para o projeto
Topog	Levantamentos topográficos
1_EmCurso	Pasta de utilização opcional pelos adjudicatários em alternativa às suas próprias plataformas
2_Partilhado	Pasta onde os adjudicatários partilham informação entre si e onde são colocados os ficheiros que aguardam validação da Contraente Pública
Comunic	Comunicações entre intervenientes no projeto
Atas	Atas de reunião
Corresp	Correspondência diversa
INFO	Informações elaboradas no âmbito do projeto
CoordenModelos	Coordenação de modelos
Fed	Modelos federados
RelatoriosInterf	Relatórios de interferências associados à federação de modelos
Especialidad	Especialidades relevantes para o projeto NOTA: subpastas de cada especialidade apenas devem ser criadas conforme as necessidades do projeto
ACU	Acústica
ARQ	Arquitetura
ARX	Paisagismo e arranjos exteriores
AVC	Aquecimento, ventilação e ar condicionado
CER	Conservação e restauro
DEM	Demolições
EST	Estruturas
GAS	Redes de gás

GEO	Geotecnia
HAA	Hidráulica de águas de abastecimento
HAR	Hidráulica de águas de saneamento
IEG	Instalações elétricas gerais (inclui também a gestão técnica centralizada, automação e instrumentação)
IEM	Instalações eletromecânicas (excluindo transporte)
IET	Instalações eletromecânicas de transporte
ITE	Instalações de telecomunicações
PRO	Processo
RSU	Resíduos sólidos urbanos
SCI	Segurança contra incêndios
SEG	Segurança integrada
SIS	Análise de vulnerabilidade sísmica
TER	Térmica
VIC	Vias de comunicação
Old	Pasta de arquivo de ficheiros obsoletos para a área "Partilhado"
3_EmVigor	Pasta para onde transitam os ficheiros previamente aprovados pela Contraente Pública
Comunic	Comunicação entre intervenientes
Atas	Atas de reunião
Corresp	Correspondência diversa
Info	Informações elaboradas no âmbito do projeto
ElemConcurso	Inclui todos os licenciamentos, projeto de execução e restante documentação para aprovação do Conselho de Administração
EstPrevio	Documentação da fase de estudo prévio
Edit	Ficheiros editáveis
Modelos	Modelos tridimensionais
PecasDesenh	Peças desenhadas
PecasEscrit	Peças escritas
NEdit	Ficheiros não editáveis
MedOrcament	Medições e orçamentação
NotaTec	Nota técnica
Old	Pasta de arquivo de ficheiros obsoletos da área "em vigor"
Planeamento	Cronograma temporal do projeto
ProjBase	Projeto Base
Edit	Ficheiros editáveis
Modelos	Modelos tridimensionais
PecasDesenh	Peças desenhadas
PecasEscrit	Peças escritas
NEdit	Ficheiros não editáveis
ProjExec	Projeto de execução
Declaracoes	Declarações assinadas pelos adjudicatários
Edit	Ficheiros editáveis
Modelos	Modelos tridimensionais
PecasDesenh	Peças desenhadas
PecasEscrit	Peças escritas
NEdit	Ficheiros não editáveis
QAS	Planos de Qualidade, Ambiente e Segurança (inclui PPGRCDF)
Render	Renderizações de projeto
RevProj	Pasta onde é guardada a documentação referente à revisão de projeto externa



Anexo C

Codificação de ficheiros proposta (tendo por base a norma EN ISO 19650)



Anexo D

Estrutura do sistema de classificação e codificação de ativos proposta (tendo por base as normas EN ISO 12006, EN ISO 17412, EN ISO 19650 e ISO 22274)

TABELA GRANDES NATUREZAS DE ATIVO - GNA					
Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoGNA	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoGNA	Codificação Uniclass2015 / SECClass	Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoGNA	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoGNA	Codificação Uniclass2015 / SECClass
GNA_010_020	Barragem	n/a	GNA_020	Saneamento	n/a
GNA_010_030	Captação	Co_55_15_15	GNA_020_010	Etar	Co_50_75_90
GNA_010_040	Eta	Co_55_15_50	GNA_020_020	EE Água Residuais	Co_32_85_98
GNA_010_050	EE Áqua	Co_32_85_98	GNA_020_030	Sistema De Coletores E Condutas (N4 Maximo)	Co_50_35_96
GNA_010_060	Sistema De Condutas Adutoras E Distribuidoras	Co_55_70_60	GNA_020_040	Recinto De Saneamento	Co_50_75_25
GNA_010_070	Recinto De Abastecimento	Co_55_70_20	GNA_030	Estruturas Não Operacionais	n/a
GNA_010_080	Reservatório	Co_32_85_70	GNA_030_010	Aquedutos das Águas Livres, aferentes e correlacionados	n/a
GNA_010_090	Outras Instalações De Tratamento De Água (OIT)	n/a			

TABELA EDIFICADO E PATRIMÓNIO CONSTRUÍDO - EDF					
Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoEDF	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoEDF	Codificação Uniclass2015 / SECClass	Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoEDF	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoEDF	Codificação Uniclass2015 / SECClass
EDF_010	Ciclo Da Água	n/a	EDF_010_070_120	Casa De Manobras	n/a
EDF_010_010	Origens	n/a	EDF_010_070_130	Casa De Água	n/a
EDF_010_010_010	Edifício Da Obra De Entrada	n/a	EDF_020	Energia	n/a
EDF_010_010_020	Casa De Chegada Ao Reservatório	n/a	EDF_020_010	Entrada De Energia	n/a
EDF_010_010_030	Torre De Captação	n/a	EDF_020_010_010	Edifício Do Gerador	En_70_10_10
EDF_010_020	Tratamento Da Fase Líquida	n/a	EDF_020_010_020	Edifício Do Posto De Transformação	En_70_30_18
EDF_010_020_010	Edifício De Pré-Tratamento	En_55_15_50	EDF_020_010_030	Edifício Do Posto De Seccionamento	En_70_30_18
EDF_010_020_020	Edifício De Desarenamento/Desengorduramento	En_55_15_50	EDF_020_010_040	Edifício Da Cogeração	En_70_10_10
EDF_010_020_030	Edifício Da Decantação	En_55_15_50	EDF_020_020	Distribuição De Energia E Estabilização Da Rede	n/a
EDF_010_020_040	Edifício Da Biofiltração	En_55_15_50	EDF_020_020_010	Edifício Do Quadro Elétrico	En_70_30
EDF_010_020_050	Edifício Da Filtração	En_55_15_50	EDF_020_020_020	Edifício Do Grupo De Emergência	En_70_30
EDF_010_020_060	Edifício De Cloragem	En_55_15_50	EDF_030	Genrais	n/a
EDF_010_020_070	Edifício Da Desinfecção	En_55_15_50	EDF_030_010	Sociais	n/a
EDF_010_020_080	Edifício Do Posto De Cloragem	En_55_15_50	EDF_030_010_010	Edifício Refeitório	En_40_20_23
EDF_010_020_090	Edifício De Saturadores De Cal	En_55_15_50	EDF_030_010_020	Edifício Social	n/a
EDF_010_020_100	Tratamento De Tratamento De Efluentes Laboratoriais	En_55_15_50	EDF_030_020	Armazenamento	n/a
EDF_010_030	Tratamento Da Fase Sólida	n/a	EDF_030_020_010	Edifício De Armazenamento Indiferenciado	En_90_50_90
EDF_010_030_010	Edifício De Espessamento De Lamas	En_50_80_40	EDF_030_020_020	Edifício De Armação	En_90_50_80
EDF_010_030_020	Edifício Da Flotação De Lamas	En_50_80_40	EDF_030_020_030	Edifício De Arquivo Histórico	En_25_70_02
EDF_010_030_030	Edifício De Desidratação De Lamas	En_50_80_40	EDF_030_030	Laboratoriais	n/a
EDF_010_030_040	Edifício De Aquecimento De Lamas	En_50_80_40	EDF_030_030_010	Edifício Do Laboratório	En_25_30_40
EDF_010_040	Gestão E Tratamento De Gases	n/a	EDF_030_040	Oficinas	n/a
EDF_010_040_010	Edifício Da Desodorização	n/a	EDF_030_040_010	Edifício De Oficinas	En_90_90_50
EDF_010_040_020	Edifício Da UTA	n/a	EDF_030_050	Administrativos	n/a
EDF_010_050	Análise, Ensaio E Zonas De Amostragem	n/a	EDF_030_050_010	Edifício Administrativo	En_20_15_10
EDF_010_050_10	Edifício De Analisadores	n/a	EDF_030_050_020	Edifício Sede	En_20_15_10
EDF_010_060	Armazenamento	n/a	EDF_040	Comunicação, Controlo E Segurança	n/a
EDF_010_060_010	Edifício De Reagentes	En_90_50_80	EDF_040_010	Comunicação	n/a
EDF_010_060_020	Edifício De Sulfato De Alumínio Líquido	En_90_50_80	EDF_040_010_010	Data Center	En_75_10_20
EDF_010_060_030	Edifício De Armazenamento E Doseamento De Cloro	En_90_50_80	EDF_040_020	Controlo	n/a
EDF_010_060_040	Edifício De Produção De Ozono	En_90_50_80	EDF_040_020_010	Edifício De Exploração	En_75_70_60
EDF_010_070	Infraestruturas De Suporte	n/a	EDF_040_030	Segurança	n/a
EDF_010_070_010	Edifício De Compressores	n/a	EDF_040_030_010	Edifício Da Casa Do Guarda	En_20_85_15
EDF_010_070_020	Edifício De Ar Comprimido	n/a	EDF_040_030_020	Edifício Da Portaria	En_20_85_15
EDF_010_070_030	Edifício Dos Filtros	En_32_85_23	EDF_040_030_030	Edifício Estação De Alerta	En_20_90
EDF_010_070_040	Edifício De Abastecimento Externo De Gás	En_55_20_50	EDF_050	Edifício Grupo Incêndio	En_20_90
EDF_010_070_050	Edifício Da Estação Elevatória	En_55_15_50	EDF_050_010	Património Não Operacional	n/a
EDF_010_070_060	Edifício Da Estação Elevatória Inicial	n/a	EDF_050_020	Chafariz	n/a
EDF_010_070_070	Edifício Da Estação Elevatória Intermédia	n/a	EDF_050_030	Galeria AAL	n/a
EDF_010_070_080	Edifício Da Estação Elevatória Final	n/a		Reservatório	n/a
EDF_010_070_090	Célula Do Reservatório	En_55_70_89			
EDF_010_070_100	Edifício De Apoio À Estação De Tratamento	n/a			
EDF_010_070_110	Edifício Câmara De Válvulas	n/a			

TABELA ESPAÇOS E ZONAS - EZO					
Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoEZO	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoEZO	Codificação Uniclass2015 / SECClass	Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoEZO	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoEZO	Codificação Uniclass2015 / SECClass
EZO_010	Ciclo Da Água	n/a	EZO_010_020_140	Zona De Resinas	n/a
EZO_010_010	Origens	n/a	EZO_010_020_150	Zona De Remineralização	n/a
EZO_010_010_010	Albufeira	SL_55_15_10	EZO_010_020_160	Zona De Injeção De Co2	n/a
EZO_010_010_020	Furo	SL_55_15_10	EZO_010_020_170	Zona De UV	n/a
EZO_010_010_030	Poço	SL_55_15_10	EZO_010_020_180	Zona De Desinfecção Final	n/a
EZO_010_010_040	Nascente	SL_55_15_10	EZO_010_020_190	Zona De Correção Final De pH	n/a
EZO_010_010_050	Lago	SL_55_15_10	EZO_010_020_200	Zona De Saída De Água Filtrada	n/a
EZO_010_010_060	Rio	SL_55_15_10	EZO_010_030	Tratamento Da Fase Sólida	n/a
EZO_010_010_070	Ribeira	SL_55_15_10	EZO_010_030_010	Zona De Espessamento De Lamas	n/a
EZO_010_020	Tratamento Da Fase Líquida	n/a	EZO_010_030_020	Zona De Flotação De Lamas	n/a
EZO_010_020_010	Zona De Gradagem	n/a	EZO_010_030_030	Zona De Desidratação De Lamas	n/a
EZO_010_020_020	Zona De Desarenamento	n/a	EZO_010_030_040	Zona De Secagem De Lamas	n/a
EZO_010_020_030	Zona De Tamisação	n/a	EZO_010_030_050	Zona De Lagoa	SL_50_75_28
EZO_010_020_040	Zona De Microlamisação	n/a	EZO_010_040	Gestão E Tratamento De Gases	n/a
EZO_010_020_050	Zona De Remoção De Óleos E Gorduras	n/a	EZO_010_040_010	Zona De Ozonizadores	n/a
EZO_010_020_060	Zona De Coagulação	n/a	EZO_010_040_020	Zona De Neutralização De Fugas De Cloro	n/a
EZO_010_020_070	Zona De Decantação	n/a	EZO_010_050	Análise, Ensaio E Zonas De Amostragem	n/a
EZO_010_020_080	Zona De Floculação	n/a	EZO_010_050_010	Zona De Analisadores	n/a
EZO_010_020_090	Zona De Arejamento De Sólidos	n/a	EZO_010_050_020	Zona De Medidores De Caudal	n/a
EZO_010_020_100	Zona De Equalização	n/a	EZO_010_060	Armazenamento	n/a
EZO_010_020_110	Zona De Filtração	n/a	EZO_010_060_010	Zona De Cloragem	n/a
EZO_010_020_120	Zona De Ozonização	n/a	EZO_010_060_020	Zona De Canhão Ativado Em Pó	n/a
EZO_010_020_130	Zona De Pré-Cloragem	n/a	EZO_010_060_030	Zona De Cal	n/a

TABELA ESPAÇOS E ZONAS - EZO					
Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoEZO	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoEZO	Codificação Uniclass2015 / SECClAS	Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoEZO	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoEZO	Codificação Uniclass2015 / SECClAS
EZO_010_060_040	Zona De Polieletrólio De Tratamento De Água	n/a	EZO_020_020_050	Sala De Grupo De Emergência	n/a
EZO_010_060_050	Zona De Polieletrólio De Tratamento De Lamas	n/a	EZO_020_020_060	Sala De UPS	SL_70_30_92
EZO_010_060_060	Zona De Sulfato De Alumínio	n/a	EZO_030	Gerais	n/a
EZO_010_060_070	Zona De Hipoclorito De Sódio	n/a	EZO_030_010	Sociais	n/a
EZO_010_060_080	Zona De Coagulante	n/a	EZO_030_010_010	Refeitório	SL_25_10_30
EZO_010_060_090	Zona De Cloreto Férlico	n/a	EZO_030_010_020	Copa	n/a
EZO_010_060_100	Zona De Policloreto De Alumínio	n/a	EZO_030_010_030	Vestíario/Balneário	SL_35_80_01
EZO_010_060_110	Zona De Permanganato De Potássio	n/a	EZO_030_010_040	Instalações Sanitárias	SL_35_80_89
EZO_010_060_120	Zona De Dióxido De Cloro	n/a	EZO_030_010_050	Bar	SL_40_20_06
EZO_010_060_130	Zona Armazenamento De Lamas	n/a	EZO_030_010_060	Cozinha	SL_35_60_56
EZO_010_060_140	Zona Dos Gases	SL_50_10_94	EZO_030_010_070	Gabinete Médico	SL_35_10
EZO_010_060_150	Zona De Armazenamento De Água Bruta	n/a	EZO_030_010_080	Enfermaria	SL_35_10
EZO_010_060_160	Zona De Armazenamento De Água Tratada	n/a	EZO_030_010_090	Campo De Jogos	SL_40_05_81
EZO_010_070	Infraestruturas De Suporte	n/a	EZO_030_010_100	Espaços Verdes	n/a
EZO_010_070_010	Zona Técnica	n/a	EZO_030_010_110	Ginásio	SL_42_40_35
EZO_010_070_020	Zona Dos Grupos Eletrobomba	n/a	EZO_030_020	Armazenamento	n/a
EZO_010_070_030	Zona De Aspiração/Compressão	n/a	EZO_030_020_010	Arrumos	SL_90_50_84
EZO_010_070_040	Zona De Aspiração Dos Grupos Eletrobomba	n/a	EZO_030_020_020	Armazém Geral	SL_90_50_84
EZO_010_070_050	Zona De Compressão Dos Grupos Eletrobomba	n/a	EZO_030_020_030	Parque De Materiais Exterior	SL_30_90_96
EZO_010_070_060	Zona De Válvulas De Manobra	n/a	EZO_030_020_040	Ferramentaria Geral	n/a
EZO_010_070_070	Central De Lavagem De Filtros	n/a	EZO_030_020_050	Arquivo	SL_25_70_02
EZO_010_070_080	Zona De Repartição Do Caudal	n/a	EZO_030_020_060	Zona De Resíduos	n/a
EZO_010_070_090	Zona De Ar Comprimido	n/a	EZO_030_020_070	Ecocentro	n/a
EZO_010_070_100	Zona De Sistemas De Ferro	n/a	EZO_030_030	Laboratoriais	n/a
EZO_010_070_110	Zona Descarga Lamas	n/a	EZO_030_030_010	Laboratório De Controlo Da Qualidade Da Água	SL_25_30_76
EZO_010_070_120	Zona De Injeção De Ar E Água De Lavagem De Filtros	n/a	EZO_030_030_020	Laboratório De Contadores	SL_25_30_76
EZO_010_070_130	Zona De Rac (Esp)	n/a	EZO_030_040	Oficinas	n/a
EZO_010_070_140	Zona Evaporadores	n/a	EZO_030_040_010	Contadores	n/a
EZO_010_070_150	Zona Depressores	n/a	EZO_030_040_020	Eletromecânica	n/a
EZO_010_070_160	Zona De Ventiladores/Despoeiradores	n/a	EZO_030_040_030	Elétricidade	n/a
EZO_010_070_170	Câmara De Bypass	Pr_65_52_01	EZO_030_040_040	Telecomunicações	n/a
EZO_010_070_180	Câmara De Aspiração	Pr_65_52_01	EZO_030_040_050	Serralharia	n/a
EZO_010_070_190	Câmara De Compressão	Pr_65_52_01	EZO_030_040_060	Pintura	n/a
EZO_010_070_200	Câmara De Entrada	Pr_65_52_01	EZO_030_040_070	Gerais	n/a
EZO_010_070_210	Câmara De Saída	Pr_65_52_01	EZO_030_040_080	Instrumentação	n/a
EZO_010_070_220	Câmara De Seccionamento	Pr_65_52_01	EZO_030_050	Administrativos	n/a
EZO_010_070_230	Câmara De Descarga De Fundo	Pr_65_52_01	EZO_030_050_010	Sala Administrativa	n/a
EZO_010_070_240	Câmara De Visita	Pr_65_52_01	EZO_030_050_020	Sala De Reuniões	n/a
EZO_010_070_250	Câmara De Bombagem	Pr_65_52_01	EZO_030_060	Património Não Operacional	n/a
EZO_010_070_260	Câmaras Dos Furos	Pr_65_52_01	EZO_030_060_010	Museológico	n/a
EZO_010_070_270	Câmara De Rac (Esp)	Pr_65_52_01	EZO_030_060_020	Não Museológico	n/a
EZO_010_070_280	Câmara De Ventosa	Pr_65_52_01	EZO_030_070	Comerciais	n/a
EZO_010_070_290	Câmara De Válvulas	Pr_65_52_01	EZO_030_070_010	Atendimento Público	SL_20_50
EZO_010_070_300	Câmara De Válvula De Redução De Pressão	Pr_65_52_01	EZO_030_070_020	Loja	SL_20_50
EZO_010_070_310	Câmara De Válvula De Regulação De Caudal	Pr_65_52_01	EZO_030_080	Estacionamento	n/a
EZO_010_070_320	Câmara De Válvula Altimétrica	Pr_65_52_01	EZO_030_080_010	Estacionamento Interior	SL_80_45_40
EZO_010_070_330	Câmara De Válvulas De Manobra	Pr_65_52_01	EZO_030_080_020	Estacionamento Exterior	SL_80_45_59
EZO_010_070_340	Câmara De Perda De Carga	Pr_65_52_01	EZO_030_080_030	Báscula	n/a
EZO_010_070_350	Câmara De Bomba De Amotragem	Pr_65_52_01	EZO_030_090	Circulação E Acessos	n/a
EZO_010_070_360	Câmara De Medição De Caudal	Pr_65_52_01	EZO_030_090_010	Átrio/Recepção	SL_90_10_04
EZO_010_070_370	Câmara De Contacto De Reagentes	Pr_65_52_01	EZO_030_090_020	Átrio Exterior	SL_90_10_04
EZO_010_070_380	Câmara De Reparição	Pr_65_52_01	EZO_030_090_030	Escada	SL_90_10_87
EZO_010_070_390	Câmara De Gorduras	Pr_65_52_01	EZO_030_090_040	Corredor	SL_90_10_36
EZO_010_070_400	Caselha	n/a	EZO_030_090_050	Terraço	n/a
EZO_010_080	Galerias Técnicas E Túneis	n/a	EZO_030_090_060	Rampa	SL_90_60_13
EZO_010_080_010	Galeria	SL_80_96	EZO_030_100	Zona De Máquinas	n/a
EZO_010_080_020	Túnel	SL_80_96	EZO_030_100_010	Zona Das Máquinas Do Elevador	SL_90_90_48
EZO_020	Energia	n/a	EZO_040	Comunicação, Controlo E Segurança	n/a
EZO_020_010	Entrada De Energia	n/a	EZO_040_010	Comunicação	n/a
EZO_020_010_010	Zona Do Gerador	n/a	EZO_040_010_010	Central Telefónica	SL_75_10_90
EZO_020_010_020	Zona Do Posto De Transformação	n/a	EZO_040_010_020	Sala De Quadros De Telecomunicações	SL_75_10_88
EZO_020_010_030	Zona Dos Transformadores	SL_90_90_90	EZO_040_010_030	Data Center	SL_75_10_88
EZO_020_010_040	Zona Das Turbinas	SL_70_10_91	EZO_040_020	Controlo	n/a
EZO_020_010_050	Zona Do Posto De Seccionamento	n/a	EZO_040_020_010	Centro De Comando	n/a
EZO_020_010_060	Zona Da Cogeração	n/a	EZO_040_020_020	Sala De Servidores De Telegestão	SL_90_90_77
EZO_020_010_070	Zona Da Subestação De Energia	SL_70_30_35	EZO_040_020_030	Sala De Autómatos	n/a
EZO_020_020	Distribuição De Energia E Estabilização Da Rede	n/a	EZO_040_020_040	Sala De Controladores	n/a
EZO_020_020_010	Zona Normablocos	n/a	EZO_040_030	Segurança	n/a
EZO_020_020_020	Zona De Baterias	n/a	EZO_040_030_010	Portaria	SL_20_85_75
EZO_020_020_030	Zona De Quadros Elétricos	n/a	EZO_040_030_020	Chaveiro	SL_20_85_75
EZO_020_020_040	Zona De Compensação Do Fator De Potência	n/a			

SISTEMAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL					
Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoSCC	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoSCC	Codificação Uniclass2015 / SECClAS	Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoSCC	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoSCC	Codificação Uniclass2015 / SECClAS
SCC_010	Ciclo Da Água	Em desenvolv.	SCC_010_060_010	Fossa Séptica	Pr_70_55_76_76
SCC_010_010	Órgãos De Tratamento Da Fase Líquida	Em desenvolv.	SCC_020	Energia	Em desenvolv.
SCC_010_010_010	Leito De Secagem	Pr_60_45_33	SCC_020_010	Rede Elétrica E Acessórios	Em desenvolv.
SCC_010_010_020	Densadeg	Pr_60_45_33	SCC_030	Movimentação de Terras	Em desenvolv.
SCC_010_010_030	Decantadores	Pr_60_45_22	SCC_030_010	Trabalhos Preliminares	Em desenvolv.
SCC_010_010_040	Leito Percolador	Em desenvolv.	SCC_030_010_010	Desmatação E Decapagem Do Terreno	Em desenvolv.
SCC_010_010_050	Floculador	Em desenvolv.	SCC_030_020	Escavações	Em desenvolv.
SCC_010_020	Órgãos De Tratamento Da Fase Sólida	Em desenvolv.	SCC_030_020_010	Galeria	Em desenvolv.
SCC_010_020_010	Espessador	Pr_60_45_79	SCC_030_020_020	Túnel	Em desenvolv.
SCC_010_020_020	Flotador	Pr_60_45_79	SCC_030_020_030	Vala	Em desenvolv.
SCC_010_020_030	Lagoa	Pr_60_45_07	SCC_030_020_040	Cabouco	Em desenvolv.
SCC_010_020_040	Leito De Macrófitas	Pr_60_45_07	SCC_030_030	Terraplanagens	Em desenvolv.
SCC_010_030	Gestão E Tratamento De Gases	Em desenvolv.	SCC_030_030_010	Desmonte	Em desenvolv.
SCC_010_030_010	Digestor Anaeróbico	Pr_60_55_33_04	SCC_030_030_020	Aterro	Em desenvolv.
SCC_010_040	Drenagem De Líquidos	Em desenvolv.	SCC_030_040	Entovações	Em desenvolv.
SCC_010_040_010	Boca De Lobo	Pr_65_52_24	SCC_030_040_010	Entovações De Madeira	Em desenvolv.
SCC_010_050	Meio Filtrante	Em desenvolv.	SCC_030_040_020	Entovações Metálicas	Em desenvolv.
SCC_010_050_010	Biofiltro	Pr_65_57_96_03	SCC_030_050	Drenagem E Estabilização	Em desenvolv.
SCC_010_060	Armazenamento	Em desenvolv.	SCC_030_050_010	Taludes	Em desenvolv.

SISTEMAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL					
Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoSCC	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoSCC	Codificação Uniclass2015 / SECClasS	Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoSCC	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoSCC	Codificação Uniclass2015 / SECClasS
SCC_040	Concreções	Em desenvolv.	SCC_070_030_030	Revestimento De Base Cimentícia	Em desenvolv.
SCC_040_010	Fundações Profundas	Em desenvolv.	SCC_070_030_040	Revestimentos Cerâmicos	Em desenvolv.
SCC_040_010_010	Estacas Moldadas "In Situ"	Em desenvolv.	SCC_070_030_050	Revestimento Com Mástique Betuminoso	Em desenvolv.
SCC_040_010_020	Estacas Cravadas Pré-Fabricadas	Em desenvolv.	SCC_070_030_060	Revestimentos Monolíticos	Em desenvolv.
SCC_040_010_030	Microestacas	Em desenvolv.	SCC_070_030_070	Revestimentos Com Pedra Natural	Em desenvolv.
SCC_040_020	Fundações Semi-Profundas	Em desenvolv.	SCC_080_010	Acessibilidade, Acessos E Segurança	Em desenvolv.
SCC_040_020_010	Poços De Fundação	Em desenvolv.	SCC_080_020	Vedações	Em desenvolv.
SCC_040_030	Regularização	Em desenvolv.	SCC_080_020_010	Vãos De Acesso	Em desenvolv.
SCC_040_030_010	Betão De Limpeza	Em desenvolv.	SCC_080_020_020	Portões	Em desenvolv.
SCC_040_040	Maciços De Encabeçamento	Em desenvolv.	SCC_080_020_030	Portas Exteriores	Em desenvolv.
SCC_040_040_010	Maciços De Estacas	Em desenvolv.	SCC_080_020_040	Portas Interiores	Em desenvolv.
SCC_040_040_020	Maciço De Microestacas	Em desenvolv.	SCC_080_020_050	Portas Conta-Fogo	Em desenvolv.
SCC_040_050	Concreções	Em desenvolv.	SCC_080_020_060	Portas Estanques	Em desenvolv.
SCC_040_050_010	Parede Moldada	Em desenvolv.	SCC_080_030	Portas De Uso Industrial	Em desenvolv.
SCC_040_050_020	Muro De Cave	Em desenvolv.	SCC_080_030	Vãos De Janelas	Em desenvolv.
SCC_040_050_030	Muro De Contenção Em Betão	Em desenvolv.	SCC_080_030_010	Janelas Interiores	Em desenvolv.
SCC_040_060	Fundações Superficiais	Em desenvolv.	SCC_080_030_020	Janelas Exteriores	Em desenvolv.
SCC_040_060_010	Ensoreitamento Geral	Em desenvolv.	SCC_080_040	Escadas	Em desenvolv.
SCC_040_060_020	Sapata Isolada Em Betão Simples	Em desenvolv.	SCC_080_040_010	Escadas Metálicas	Em desenvolv.
SCC_040_060_030	Sapata Isolada Em Betão Armado	Em desenvolv.	SCC_080_040_020	Escadas De Belão Armado	Em desenvolv.
SCC_040_060_040	Sapata Contínua Em Betão Armado	Em desenvolv.	SCC_080_040_030	Escadas Pré-Fabricadas Em Belão Armado	Em desenvolv.
SCC_040_070	Viga De Fundação	Em desenvolv.	SCC_080_050	Rampas	Em desenvolv.
SCC_040_070_010	Viga Entre Sapatas	Em desenvolv.	SCC_080_060	Platibandas, Terraços E Clarabóias	Em desenvolv.
SCC_040_080	Estacas-Prancha	Em desenvolv.	SCC_080_060_010	Platibandas	Em desenvolv.
SCC_040_080_010	Parede Autoportante	Em desenvolv.	SCC_080_060_020	Terraços	Em desenvolv.
SCC_040_090	Trabalhos Prévios	Em desenvolv.	SCC_080_060_030	Clarabóias	Em desenvolv.
SCC_040_090_010	Cofragens	Em desenvolv.	SCC_080_070	Vedações	Em desenvolv.
SCC_040_090_020	Escoramentos	Em desenvolv.	SCC_080_080	Acesso Fixo Utilitário	Em desenvolv.
SCC_040_090_020_010	Escoramento de Pilar De Belão Armado	Em desenvolv.	SCC_080_080_010	Passadiço Metálico	Em desenvolv.
SCC_040_090_020_020	Escoramento Metálico	Em desenvolv.	SCC_080_080_020	Plataforma De Trabalho Metálica	Em desenvolv.
SCC_040_090_020_030	Escoramento Em Cruz De Santo André	Em desenvolv.	SCC_080_090	Dispositivos De Trabalho E Proteção Contra Quedas	Em desenvolv.
SCC_040_090_020_040	Escoramento De Laje	Em desenvolv.	SCC_080_090_010	Guarda-Corpos	Em desenvolv.
SCC_040_090_020_050	Escoramento De Viga	Em desenvolv.	SCC_080_090_020	Corrimão	Em desenvolv.
SCC_040_090_030	Cimbres	Em desenvolv.	SCC_080_090_030	Andaime	Em desenvolv.
SCC_050	Estrutura	Em desenvolv.	SCC_090	Instalações	Em desenvolv.
SCC_050_010	Lajes	Em desenvolv.	SCC_090_010	Circuitos De Água Bruta	Em desenvolv.
SCC_050_010_010	Laje Metálica	Em desenvolv.	SCC_090_010_010	Aspiração	Em desenvolv.
SCC_050_010_020	Laje Mista	Em desenvolv.	SCC_090_010_020	Compressão	Em desenvolv.
SCC_050_010_030	Laje Maciça De Betão Armado	Em desenvolv.	SCC_090_010_030	Escorências	Em desenvolv.
SCC_050_010_040	Laje Fungiforme De Betão Armado	Em desenvolv.	SCC_090_010_040	Afluente Tratado	Em desenvolv.
SCC_050_010_050	Laje Aligeirada De Betão Armado	Em desenvolv.	SCC_090_010_050	Afluente Bruto	Em desenvolv.
SCC_050_010_060	Laje Pré-Fabricada De Belão Armado	Em desenvolv.	SCC_090_010_060	Effluente	Em desenvolv.
SCC_050_010_070	Laje De Madeira	Em desenvolv.	SCC_090_010_070	Recirculação De Nitratos	Em desenvolv.
SCC_050_020	Vigas e Vigotas	Em desenvolv.	SCC_090_010_080	Óleo Hidráulico	Em desenvolv.
SCC_050_020_010	Viga Metálica	Em desenvolv.	SCC_090_010_090	Água De Lavagem	Em desenvolv.
SCC_050_020_020	Viga De Belão Armado	Em desenvolv.	SCC_090_010_100	Reagentes	Em desenvolv.
SCC_050_020_030	Viga Pré-Fabricada De Belão Armado	Em desenvolv.	SCC_090_010_110	Água De Análise	Em desenvolv.
SCC_050_020_040	Viga De Madeira	Em desenvolv.	SCC_090_010_120	Água De Preparação	Em desenvolv.
SCC_050_020_050	Vigota De Madeira	Em desenvolv.	SCC_090_010_130	Lamas	Em desenvolv.
SCC_050_030	Pilares E Colunas	Em desenvolv.	SCC_090_010_130_010	Desidratadas	Em desenvolv.
SCC_050_030_010	Pilar Metálico	Em desenvolv.	SCC_090_010_130_020	Em Excesso	Em desenvolv.
SCC_050_030_020	Pilar De Alvenaria	Em desenvolv.	SCC_090_010_130_030	Espessadas	Em desenvolv.
SCC_050_030_030	Pilar De Betão Armado	Em desenvolv.	SCC_090_010_130_040	Recirculação	Em desenvolv.
SCC_050_030_040	Pilar Pré-Fabricado De Betão Armado	Em desenvolv.	SCC_090_010_140	Água Tratada	Em desenvolv.
SCC_050_030_050	Pilar De Madeira	Em desenvolv.	SCC_090_010_150	Água Residual	Em desenvolv.
SCC_050_030_060	Coluna De Cantaria	Em desenvolv.	SCC_090_010_160	Água Residual Tratada	Em desenvolv.
SCC_050_040	Coberturas	Em desenvolv.	SCC_090_010_170	Água Para Reutilização	Em desenvolv.
SCC_050_040_010	Cobertura Autoportante Metálica	Em desenvolv.	SCC_090_020	Circuitos De Gases	Em desenvolv.
SCC_050_040_020	Cobertura Com Estrutura Em Madeira	Em desenvolv.	SCC_090_020_010	Ar Comprimido	Em desenvolv.
SCC_050_050	Paredes, Núcleos e Barreiras	Em desenvolv.	SCC_090_020_020	Lavagem De Filtros	Em desenvolv.
SCC_050_050_010	Parede De Betão Armado	Em desenvolv.	SCC_090_020_030	Reagentes	Em desenvolv.
SCC_050_050_020	Parede De Cantaria	Em desenvolv.	SCC_090_020_040	Rede De Gás	Em desenvolv.
SCC_050_050_030	Parede De Alvenaria	Em desenvolv.	SCC_090_020_050	Fluidização	Em desenvolv.
SCC_050_050_040	Parede De Madeira	Em desenvolv.	SCC_090_030	Circuitos Elétricos E Mecânicos	Em desenvolv.
SCC_050_050_040_010	Frontal Pombalino	Em desenvolv.	SCC_090_030_010	Iluminação Interior	Em desenvolv.
SCC_050_050_040_020	Tábuas	Em desenvolv.	SCC_090_030_020	Iluminação Exterior	Em desenvolv.
SCC_050_050_050	Núcleos De Betão Armado	Em desenvolv.	SCC_090_030_030	Iluminação De Emergência	Em desenvolv.
SCC_050_060	Muros	Em desenvolv.	SCC_090_030_040	Rede De Terras	Em desenvolv.
SCC_050_060_010	Muro De Cantaria	Em desenvolv.	SCC_090_030_050	Iluminação Submersa	Em desenvolv.
SCC_050_060_020	Muro De Belão Armado	Em desenvolv.	SCC_090_030_060	Óleo Hidráulico	Em desenvolv.
SCC_050_070	Contrafortes, Arcos E Abóbadas	Em desenvolv.	SCC_090_030_070	Paineis Solares	Em desenvolv.
SCC_050_070_010	Contraforte De Alvenaria	Em desenvolv.	SCC_090_040	Circuitos De Telecomunicações	Em desenvolv.
SCC_050_070_020	Contraforte De Belão Armado	Em desenvolv.	SCC_090_050	Circuitos De Segurança E Proteção	Em desenvolv.
SCC_050_070_030	Arco De Cantaria	Em desenvolv.	SCC_090_050_010	Controlo De Acessos	Em desenvolv.
SCC_050_070_040	Arco De Alvenaria	Em desenvolv.	SCC_090_050_020	Rede De Combate A Incêndios	Em desenvolv.
SCC_050_070_050	Abóbada Em Alvenaria	Em desenvolv.	SCC_090_060	Circuitos De Ventilação, Aquecimento E AVAC	Em desenvolv.
SCC_050_080	Chamáneis	Em desenvolv.	SCC_090_060_010	Condensados	Em desenvolv.
SCC_050_080_010	Chamáne De Equilíbrio	Em desenvolv.	SCC_090_070	Rega	Em desenvolv.
SCC_050_090	Passagens Hidráulicas	Em desenvolv.	SCC_090_070_010	Circuitos Gerais	Em desenvolv.
SCC_060	Tectos E Pavimentos	Em desenvolv.	SCC_090_070_020	Rede Predial De Abastecimento De Água	Em desenvolv.
SCC_060_010	Tectos	Em desenvolv.	SCC_090_070_030	Rede Predial De Drenagem De Águas Residuais	Em desenvolv.
SCC_060_010_010	Tecto Falso	Em desenvolv.	SCC_090_070_040	Rede Predial De Drenagem De Águas Pluviais	Em desenvolv.
SCC_060_020	Pavimentos	Em desenvolv.	SCC_090_070_050	Rede Exterior De Drenagem De Águas Pluviais	Em desenvolv.
SCC_060_020_010	Acrílicos E Resinados	Em desenvolv.	SCC_090_070_060	Águas Quentes	Em desenvolv.
SCC_060_020_020	À Base De Agregados	Em desenvolv.			
SCC_060_020_030	Em Blocos	Em desenvolv.			
SCC_070	Revestimentos	Em desenvolv.			
SCC_070_010	Revestimentos De Lajes	Em desenvolv.			
SCC_070_020	Revestimentos De Tectos	Em desenvolv.			
SCC_070_030	Revestimentos De Pavimentos	Em desenvolv.			
SCC_070_030_010	Pinturas	Em desenvolv.			
SCC_070_030_020	Revestimento De Base De Sulfato De Cálcio	Em desenvolv.			

TABELA EQUIPAMENTOS - EQP

Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoEQP	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoEQP	Codificação Uniclass2015 / SECClasS	Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoEQP	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoEQP	Codificação Uniclass2015 / SECClasS
EQP_010	Ciclo Da Água	n/a	EQP_010_050_100	Canal De Recuperação De Água De Lavagem	n/a
EQP_010_010	Origens	n/a	EQP_010_050_110	Tubagem	Pr_65_52
EQP_010_010_010	Torre De Captação	n/a	EQP_010_050_120	Caleiras	Pr_65_50_35
EQP_010_010_020	Mastro De Captação	n/a	EQP_010_050_130	Vaso De Expansão	n/a
EQP_010_010_030	Jangada De Captação	n/a	EQP_010_050_140	Indicador De Nível	Pr_65_52_34
EQP_010_010_040	Plataforma Flutuante	n/a	EQP_010_050_150	Indicador De Fluxo De Ar	Pr_65_52_35
EQP_010_020	Tratamento Da Fase Líquida	n/a	EQP_010_050_160	Indicador De Sentido De Água	Pr_65_52_36
EQP_010_020_010	Caixa De Gradagem	Pr_60_45_33	EQP_010_050_170	Indicador De Posição Do Mastro	Pr_65_52_37
EQP_010_020_020	Grade Mecânica	Pr_25_96_35_76	EQP_010_050_180	Proteção Ao Golpe De Arrete	Pr_65_52_61_98
EQP_010_020_030	Grade Manual	Pr_25_96_35_76	EQP_010_050_190	Junta	Pr_35_90_33
EQP_010_020_040	Unidade Compacta De Desengorduramento	Pr_60_45_33	EQP_010_060	Condução De Ar E Vapores	n/a
EQP_010_020_050	Unidade Compacta De Desarenamento	Pr_60_45_33	EQP_010_060_010	Compressor	Pr_65_67_16_02
EQP_010_020_060	Unidade Compacta De Desarenamento/Desengorduramento	Pr_60_45_33	EQP_010_060_020	Secador De Ar	Pr_65_67_16_22
EQP_010_020_070	Tamisador	Pr_60_45_33	EQP_010_060_030	Desumidificador	Pr_65_67_39
EQP_010_020_080	Microtamisador	Pr_60_45_33	EQP_010_060_040	Humidificador	Pr_65_67_39
EQP_010_020_090	Classificador De Areias	Pr_60_45_34	EQP_010_070	Aquecimento E Arrefecimento	n/a
EQP_010_020_100	Desengordurador	Pr_60_45_33	EQP_010_070_010	Caldeira	Pr_60_60_08
EQP_010_020_110	Concentrador De Gorduras	Pr_60_45_33	EQP_010_070_020	Fogão	Pr_60_60_10
EQP_010_020_120	Separador De Gorduras	Pr_60_45_33	EQP_010_070_030	Queimador	Pr_60_60_10
EQP_010_020_130	Bacia De Hidrolise	n/a	EQP_010_070_040	Queimador De Gás Atmosférico - Bico Bunsen	Pr_60_60_10
EQP_010_020_140	Raspador De Fundo	Pr_60_45_78_08	EQP_010_070_050	Torre De Arrefecimento	Pr_60_60_13
EQP_010_020_150	Raspador De Superfície	Pr_60_45_74_85	EQP_010_070_060	Permutador De Calor	Pr_60_60_36
EQP_010_020_160	Ponte Raspadora	Pr_60_45_74	EQP_010_070_070	Termossifão	Pr_60_60_81
EQP_010_020_170	Desagregador	n/a	EQP_010_080	Termoacumulador	Pr_60_60_96
EQP_010_020_180	Arejador	Pr_60_45_01	EQP_010_080	Grupos Eletrobomba	n/a
EQP_010_020_190	Turbina Arejadora	n/a	EQP_010_080_010	Grupo Submersível	Pr_65_53_24_86
EQP_010_020_200	Tanque De Areamento	n/a	EQP_010_080_020	Bomba Doseadora	Pr_65_53_86_51
EQP_010_020_210	Torre De Areamento	n/a	EQP_010_080_030	Bomba Sobrepressora	Pr_65_53_86_66
EQP_010_020_220	Descalcificadores	Pr_60_55_97	EQP_010_080_040	Central Hidropressora	Pr_65_53_86_68
EQP_010_020_230	Coluna De Destilação	Pr_60_55_97_23	EQP_010_080_050	Bomba De Vácuo	Pr_65_53_86_86
EQP_010_020_240	Destilador De Água	Pr_60_55_97_23	EQP_010_080_060	Bomba Centrifuga	Pr_65_53_86_12
EQP_010_020_250	Hidroinjetor	Pr_60_55_97_13	EQP_010_080_070	Bomba De Parafuso Excêntrico	Pr_65_53_96_75
EQP_010_020_251	Flauta Injetora	n/a	EQP_010_080_080	Bomba De Diâfragma	n/a
EQP_010_020_260	Pote	Pr_60_55_97_12	EQP_010_080_090	Bomba Peristática	Pr_65_53_96_63
EQP_010_020_270	Coluna De Permuta Iônica	Pr_60_55_97_44	EQP_010_080_100	Bomba Volumétrica	n/a
EQP_010_020_280	Desnitrificador	n/a	EQP_010_080_110	Bomba Pneumática	n/a
EQP_010_020_290	Saturador De Cal	Pr_60_55_97	EQP_010_080_120	Bomba Trituradora	Pr_65_53_96_50
EQP_010_020_291	E斯塔ção De Descarbonatação	n/a	EQP_010_080_130	Bomba De Recirculação	n/a
EQP_010_020_300	Esterilizador	Pr_60_55_97_85	EQP_010_080_140	Bomba De Lavagem	n/a
EQP_010_020_310	Electrodesionizador	n/a	EQP_010_080_150	Bomba De Trasfega	n/a
EQP_010_020_320	Catchpot De Cloro	Pr_65_55_62_12	EQP_010_080_160	Hidroinjetor	n/a
EQP_010_020_330	Doseador De Cloro	n/a	EQP_010_090	Válvulas E Acessórios	n/a
EQP_010_020_331	Painel De Diluição	n/a	EQP_010_090_010	Eletroválvulas	n/a
EQP_010_020_332	Parafuso Doseador	n/a	EQP_010_090_020	Válvula De Agulha	Pr_65_54_94_55
EQP_010_020_340	Destruidor De Ozono	n/a	EQP_010_090_030	Válvula De Bico De Pato	n/a
EQP_010_020_350	Etar Compacta	n/a	EQP_010_090_040	Válvula Com Boiador	n/a
EQP_010_020_360	Sequential Batch Reactor (SBR)	n/a	EQP_010_090_050	Válvula Borboleta	Pr_65_54_95_08
EQP_010_020_361	Reator De Oxidação	Pr_60_45_08	EQP_010_090_060	Válvula De Cunha	n/a
EQP_010_020_370	Reator Anóxico	Pr_60_45_09	EQP_010_090_070	Válvula De Diâfragma	Pr_65_54_95_24
EQP_010_020_380	Reator Aeróbico	Pr_60_45_10	EQP_010_090_080	Válvula De Globo	Pr_65_54_95
EQP_010_020_390	Reator De Biológico	Pr_60_45_11	EQP_010_090_090	Válvula De Guillotina	Pr_65_54_94_45
EQP_010_020_400	Tanque De Chicanas De Contacto	n/a	EQP_010_090_100	Válvula De Macho Estérico	Pr_65_54_94_26
EQP_010_030	Tratamento Da Fase Sólida	n/a	EQP_010_090_110	Válvula De Manguito	n/a
EQP_010_030_010	Compactador De Parafuso	Pr_60_45_93_75	EQP_010_090_120	Válvula De Maré	n/a
EQP_010_030_020	Mesa De Espessamento	n/a	EQP_010_090_130	Válvula De Membrana	n/a
EQP_010_030_030	Agitador	n/a	EQP_010_090_140	Válvula De Mural	n/a
EQP_010_030_040	Equipamento De Desidratação Por Sacos	n/a	EQP_010_090_150	Válvula Pic	n/a
EQP_010_030_050	Prensa Hidráulica	Pr_60_45_76_65	EQP_010_090_160	Válvula De Retenção	Pr_65_54_95_05
EQP_010_030_060	Centrifugadora De Lamas	Pr_60_45_76_22	EQP_010_090_170	Válvula De Crista	n/a
EQP_010_030_070	Vala De Oxidação	Pr_60_45_07	EQP_010_090_180	Válvula De Escape	n/a
EQP_010_030_080	Descompactador	n/a	EQP_010_090_190	Válvula De Purga	Pr_65_54_85_08
EQP_010_040	Gestão E Tratamento De Gases	n/a	EQP_010_090_200	Válvula De Pê	Pr_65_95_33
EQP_010_040_010	Soprador De Ar	Pr_60_45_03	EQP_010_090_210	Válvula De By-Pass	n/a
EQP_010_040_020	Unidade De Dessulfurização	Pr_65_55_76	EQP_010_090_220	Válvula Telescópica	n/a
EQP_010_040_030	Extractor	Pr_60_65_94	EQP_010_090_230	Válvula Altimétrica	n/a
EQP_010_040_040	Exaustor	Pr_60_65_94	EQP_010_090_240	Válvula Redutora De Pressão	Pr_65_54_95_66
EQP_010_040_050	Purgador De Ar	Pr_60_65_94	EQP_010_090_250	Válvula De Pressão-Vácuo	n/a
EQP_010_040_060	Holle	Pr_60_65_94	EQP_010_090_260	Discos De Rotura	Pr_65_54_33_74
EQP_010_040_070	Ventilador	Pr_65_67_29	EQP_010_090_270	Ventosa	Pr_65_54_40_02
EQP_010_040_080	Torre De Desodorização	Pr_60_65_94	EQP_010_100	Filtros	n/a
EQP_010_040_090	Bacia De Desodorização	Pr_60_65_94	EQP_010_100_010	Filtro De Ar De Carvão Ativado	Pr_65_57_02_02
EQP_010_040_100	Central De Ar De Fluidização	Pr_60_65_94	EQP_010_100_020	Sacos Filtrantes	Pr_65_57_02_07
EQP_010_040_110	Coletor De Condensados	Pr_65_55_85	EQP_010_100_030	Filtro De Poeiras	Pr_65_57_02
EQP_010_040_120	Gerador De Oxigénio	Pr_60_55_33	EQP_010_100_040	Filtro De Água De Carvão Ativado	Pr_65_57_96_02
EQP_010_040_130	Gerador De Ozono	Pr_60_55_33_56	EQP_010_100_050	Filtro De Areia/Carvão	n/a
EQP_010_040_140	Gerador De Dióxido De Cloro	Pr_60_55_33_13	EQP_010_100_060	Filtro De Gravilha	Pr_65_57_96_35
EQP_010_040_150	Torre De Lavagem	n/a	EQP_010_100_070	Filtro De Banda	n/a
EQP_010_040_160	Torre De Neutralização	n/a	EQP_010_100_080	Filtro De Cloro	n/a
EQP_010_040_170	Split	Pr_70_65_03	EQP_010_100_090	Painel De Comando De Ar Comprimido	n/a
EQP_010_040_180	Evaporador	Pr_70_65_03_27	EQP_010_110	Análise, Ensaio E Amostragem	n/a
EQP_010_040_190	Difusor De Ar	Pr_70_65_04_02	EQP_010_110_010	Canal Parshall	Pr_80_51_30_61
EQP_010_040_200	Grelha De Difusores	Pr_70_65_04_03	EQP_010_110_020	Medidor De Caudal	n/a
EQP_010_040_210	Purificador De Ar	n/a	EQP_010_110_030	Medidor De Caudal Ultrassônico	n/a
EQP_010_050	Drenagem De Líquidos	n/a	EQP_010_110_040	Medidor De Caudal Eletrromagnético	Pr_80_51_46_21
EQP_010_050_010	Bacia De Retenção	n/a	EQP_010_110_050	Medidor De Pressão Diferencial	Pr_80_51_46_27
EQP_010_050_020	Sumidouro	n/a	EQP_010_110_060	Medidor Mecânico	Pr_80_51_46
EQP_010_050_030	Canal De Transição Pressão-Gravitacional	n/a	EQP_010_110_070	Rotâmetro	Pr_80_51_46_92
EQP_010_050_040	Canal De Desinfecção UV	n/a	EQP_010_110_080	Medidor De Nível	n/a
EQP_010_050_050	Canal De Desinfecção Hipoclorito	n/a	EQP_010_110_090	Medidor De Radar	n/a
EQP_010_050_060	Canal De Alimentação Aos Filtros	n/a	EQP_010_110_100	Medidor De Nível Ultrassônico	Pr_75_50_47_70
EQP_010_050_070	Canal De Água Filtrada	n/a	EQP_010_110_110	Sensor Nível	n/a
EQP_010_050_080	Canal De Água Flotada	n/a	EQP_010_110_120	Monitor De Vibrações	Pr_75_50_47_94
EQP_010_050_090	Canal De Água Remineralizada	n/a	EQP_010_110_130	Interruptor De Nível	Pr_75_50_47

TABELA EQUIPAMENTOS - EQP

Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoEQP	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoEQP	Codificação Uniclass2015 / SECClasS	Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoEQP	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoEQP	Codificação Uniclass2015 / SECClasS
EQP_010_110_140	Bóia De Nível	n/a	EQP_020_010_090	Descarregador De Sobrepressão	Pr_65_72_27_88
EQP_010_110_150	Transmissor De Nível	Pr_75_50_47_51	EQP_020_010_100	Change-Over	Pr_60_70_48_11
EQP_010_110_160	Coluna De Nível	n/a	EQP_020_010_110	Posto De Seccionamento E Transformação	Pr_60_70_36
EQP_010_110_170	Central De Medição De Nível	n/a	EQP_020_020	Distribuição De Energia E Estabilização Da Rede	n/a
EQP_010_110_180	Sensor De Velocidade	Pr_75_50_76_05	EQP_020_020_010	Baterias	Pr_60_70_06
EQP_010_110_190	Medidor De Pressão	Pr_80_51_51_67	EQP_020_020_020	Bateria De Condensadores	Pr_60_70_06
EQP_010_110_200	Transmissor De Pressão	n/a	EQP_020_020_030	Carregadores De Baterias	Pr_60_70_06
EQP_010_110_210	Manômetro	Pr_65_52_34_50	EQP_020_020_040	Fonte De Alimentação Ininterrupta (Em Corrente Contínua)	n/a
EQP_010_110_220	Pressostato	Pr_75_50_75	EQP_020_020_050	Fonte De Alimentação Ininterrupta (UPS)	n/a
EQP_010_110_230	Termostato	Pr_75_50_76	EQP_020_020_060	Quadro Elétrico	Pr_60_70_22
EQP_010_110_240	Medidor De Temperatura	Pr_75_50_76	EQP_020_030	Rede Elétrica E Acessórios	n/a
EQP_010_110_250	Sensor De Temperatura	n/a	EQP_020_030_010	Rede De Terras	Pr_65_70_46
EQP_010_110_260	Udômetro	Pr_80_51_51_66	EQP_020_030_020	Pára-Raios	Pr_65_70_46
EQP_010_110_270	Higrômetro	Pr_80_51_51_66	EQP_020_030_030	Disjuntor	Pr_65_72_27
EQP_010_110_280	Analisador De Humidade	Pr_80_51_51_66	EQP_020_030_040	Diferencial	Pr_65_72_27
EQP_010_110_290	Termohigrômetro	Pr_80_51_51_66	EQP_020_030_050	Relé De Proteção	Pr_75_51_52_58
EQP_010_110_300	Balança	Pr_40_70_99	EQP_020_030_060	Detector De Tensão RMT	n/a
EQP_010_110_310	Espetrofômetro	n/a	EQP_020_030_070	Arrancador Suave	Pr_75_51_52
EQP_010_110_320	Fotômetro	n/a	EQP_020_030_080	Resistência De Arranque	n/a
EQP_010_110_330	Analisador De CBO	n/a	EQP_020_030_090	Cela De Proteção	n/a
EQP_010_110_340	Analisador De Fosfato	n/a	EQP_020_030_100	Retaificador De Corrente	Pr_60_70_36_70
EQP_010_110_350	Analisador De Metano	n/a	EQP_020_030_110	Seccionador	Pr_60_70_48
EQP_010_110_360	Analisador De Cloro	n/a	EQP_020_030_120	Inversor De Tensão	Pr_65_72_43_42
EQP_010_110_370	Clorômetro	n/a	EQP_020_030_130	Variador De Frequência	n/a
EQP_010_110_380	Analisador De Oxigênio	n/a	EQP_020_030_140	Equipamento De Correção Do Fator De Potência	Pr_65_72_43_05
EQP_010_110_381	Analisador De Azoto	n/a	EQP_020_030_150	Normablocos	Pr_60_70_36_53
EQP_010_110_390	Oxímetro	n/a	EQP_020_030_160	Reostato	n/a
EQP_010_110_400	Amóstador De Ar	n/a	EQP_020_030_170	Balastro	Pr_70_70_48_29
EQP_010_110_410	Contador De Partículas	n/a	EQP_020_030_180	Seletor	Pr_75_51_17_78
EQP_010_110_420	Turbidímetro	n/a	EQP_020_030_190	Motor Agitador	Pr_75_51_26
EQP_010_110_430	Analisador De SST	n/a	EQP_020_030_200	Pinça Amperimétrica	Pr_80_51_51_28
EQP_010_110_440	Analisador De Turvação	n/a	EQP_020_030_210	Pinça De Tensão	Pr_80_51_51_28
EQP_010_110_450	Analisador De Algas Azuis	n/a	EQP_020_030_220	Analisador De Rede	n/a
EQP_010_110_460	Contador De Colônias	n/a	EQP_020_030_230	Analisador De Energia	n/a
EQP_010_110_470	Analisador De Alcalinidade	n/a	EQP_020_030_240	Condutivímetro	n/a
EQP_010_110_480	Analisador De Redox	n/a	EQP_020_030_250	Amperímetro	Pr_80_51_51_05
EQP_010_110_490	Analisador De Dureza	n/a	EQP_020_030_260	Voltímetro	Pr_80_51_51_95
EQP_010_110_500	Analisador De Conditividade	n/a	EQP_020_030_270	Vara Telescópica TET	n/a
EQP_010_110_510	Analisador Multiparamétrico	n/a	EQP_020_030_280	Estator	n/a
EQP_010_110_520	Analisador De Alumínio	n/a	EQP_020_030_290	Interruptor	Pr_65_72_97_16
EQP_010_110_530	Analisador De Carbono Orgânico Total	n/a	EQP_020_030_300	Tomada	Pr_65_72_97
EQP_010_110_540	Analisador De Amônio	n/a	EQP_020_030_310	Cabos Elétricos	n/a
EQP_010_110_550	Analisador De Cloretos	n/a	EQP_030	Gerais	n/a
EQP_010_110_560	Analisador De Nitratos	n/a	EQP_030_010	Sinalização	n/a
EQP_010_110_570	Analisador De Cianetos	n/a	EQP_030_010_010	Manga De Vento	Pr_40_10_96_98
EQP_010_110_580	Analisador De Ph	n/a	EQP_030_010_020	Escada	n/a
EQP_010_110_590	Sonda Ph	n/a	EQP_030_010_030	Etiquetadora	Pr_40_70_58_46
EQP_010_110_600	Transdutor De Pressão Diferencial	Pr_75_50_76	EQP_030_020	Proteção E Segurança	n/a
EQP_010_110_610	Transdutor De Temperatura	Pr_75_50_76	EQP_030_020_010	Boia Salva-Vidas	Pr_40_70_75_47
EQP_010_110_620	Transdutor De Sinal	Pr_75_50_76	EQP_030_020_020	Linha De Vida	Pr_40_70_75_37
EQP_010_110_630	Detector De Biogás	Pr_80_51_51	EQP_030_020_030	Ponto De Ancoragem	Pr_40_70_75_75
EQP_010_110_640	Detector De H ₂ S (Gás Sulfitídrico)	Pr_80_51_51	EQP_030_020_040	Antiqueda Retrátil	Pr_40_70_75_29
EQP_010_110_650	Bomba De Amostragem	n/a	EQP_030_020_050	Poste Metálico	n/a
EQP_010_110_660	Detector De Fugas De Ozônio/Oxigênio	Pr_80_51_51	EQP_030_020_060	Extintor	Pr_40_50_28
EQP_010_110_670	Detector De Fugas De Hipoclorito De Sódio	Pr_80_51_51	EQP_030_020_070	Manta Corta-Fogo	Pr_40_50_28_29
EQP_010_110_680	Aparelho De Detecção Sismica	Pr_80_51_85	EQP_030_020_080	Carrelê	Pr_65_52_38_30
EQP_010_110_690	Data Logger	Pr_80_51_85_21	EQP_030_020_090	Aparelho De Respiração Autônoma	TE_70_20_20_10
EQP_010_120_120	Armazenamento	n/a	EQP_030_030	Sanitários E Acessórios	n/a
EQP_010_120_010	Gásômetro	Pr_60_50_33_15	EQP_030_030_010	Loja Sanitária	Pr_40_20
EQP_010_120_020	Reservatório De Ar Comprimido	Pr_60_50_33_14	EQP_030_030_020	Lava-Olhos	Pr_40_20_27_28
EQP_010_120_030	Reservatório De Criogênio	Pr_60_50_33_46	EQP_030_030_030	Torreira	Pr_40_20_87
EQP_010_120_040	Depósito De Combustível	Pr_60_50_47	EQP_030_030_040	Sifão	Pr_60_45_78_78
EQP_010_120_050	Tanque De Água	Pr_60_50_96	EQP_030_040	Mobiliário E Acessórios	n/a
EQP_010_120_060	Cisterna De Água Filtrada	Pr_60_50_97	EQP_030_040_010	Cadeira	Pr_40_50_12
EQP_010_120_070	Cisterna Elevada De Águas De Lavagem	Pr_60_50_98	EQP_030_040_020	Banco	Pr_40_50_12
EQP_010_120_080	Cisterna De Águas Sujas	Pr_60_50_99	EQP_030_040_030	Mesa	Pr_40_50_21
EQP_010_120_090	Reservatório De Vácuo	Pr_60_50_100	EQP_030_040_040	Secretária	Pr_40_50_21
EQP_010_120_100	Tanque De Ácido Sulfúrico	Pr_60_55_97	EQP_030_040_050	Bancada	Pr_40_30_30
EQP_010_120_110	Tanque De Cloro	Pr_60_55_97	EQP_030_040_060	Armário	Pr_40_30_87
EQP_010_120_120	Reservatório De Cloreto Férlico	Pr_60_55_97	EQP_030_040_070	Estante	n/a
EQP_010_120_130	Reservatório De Hipoclorito De Sódio	Pr_60_55_97	EQP_030_040_080	Prateleira	Pr_40_30_78
EQP_010_120_140	Tanque De Polietileno	Pr_60_55_97	EQP_030_040_090	Bloco De Gavetas	Pr_40_30_87
EQP_010_120_150	Tanque De Preparação De Carvão Ativado	Pr_60_55_97	EQP_030_040_100	Cacifo	Pr_40_30_87_48
EQP_010_120_160	Tanque De Soda Cáustica	Pr_60_55_97	EQP_030_050	Catering	n/a
EQP_010_120_170	Tanque De Leite Decal	Pr_60_55_97	EQP_030_050_010	Máquina De Café	Pr_40_70_23_27
EQP_010_120_180	Tanque De Insolúveis De Cal	Pr_60_55_97	EQP_030_060	Equipamentos De Refrigeração	n/a
EQP_010_120_190	Apagador De Cal	Pr_60_55_97	EQP_030_060_010	Arca Frigorífica De Amostras	Pr_40_70_53_48
EQP_010_120_200	Tanque De Ozonização	Pr_60_55_97	EQP_030_060_020	Arca Frigorífica De Meios De Confirmação	Pr_40_70_53_48
EQP_010_120_210	Depósito De Pax 18	Pr_60_55_97	EQP_030_060_030	Arca Frigorífica De Meios De Cultura	Pr_40_70_53_48
EQP_010_120_220	Tanque Imhoff	Pr_70_55_76	EQP_030_060_040	Arca Congeladora	Pr_40_70_53_46
EQP_010_120_230	Tanque De Lamas	Pr_60_50_10	EQP_030_070	Transporte E Plataformas Elevatórias	n/a
EQP_010_120_240	Reservatório De Óleo	Pr_60_50_47	EQP_030_070_010	Elevador	Pr_65_80_42_37
EQP_010_120_250	Silo	Pr_60_50_85_78	EQP_030_070_020	Baileu	TE_30_30_60
EQP_020	Energia	n/a	EQP_030_070_030	Monta Cargas	TE_30_30_80_50
EQP_020_010	Entrada De Energia	n/a	EQP_030_070_040	Empilhador	TE_30_30_80_30
EQP_020_010_010	Gerador Elétrico	Pr_60_70_65_34	EQP_030_070_050	Porta-Paletes	n/a
EQP_020_010_020	Motor De Combustão	Pr_60_70_65_36	EQP_030_070_060	Diferencial De Elevação Manual	TE_30_70_50
EQP_020_010_030	Motor Elétrico	n/a	EQP_030_070_070	Diferencial De Elevação Elétrico	TE_30_70_50
EQP_020_010_040	Aerogerador	Pr_60_70_65	EQP_030_070_080	Guincho Manual	Pr_40_70_75_51
EQP_020_010_050	Turbinha	Pr_60_70_65_39	EQP_030_070_090	Garra	TE_30_70_50
EQP_020_010_060	Alternador	Pr_60_70_65_03	EQP_030_070_100	Autogrúa	TE_30_30_40
EQP_020_010_070	Painéis Solares Fotovoltaicos	Pr_60_70_65_63	EQP_030_070_110	Grua Torre	TE_30_30_40
EQP_020_010_080	Subestação De Energia	n/a	EQP_030_070_120	Pórtico De Elevação	Pr_40_70_75_33

TABELA EQUIPAMENTOS - EQP					
Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoEQP	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoEQP	Codificação Uniclass2015 / SECClasS	Codificação EPAL/AdVT DO_CodificacaoEQP	Semântica EPAL/AdVT Parâmetro: DO_DescricaoEQP	Codificação Uniclass2015 / SECClasS
EQP_030_070_130	Turco Rotativo	TE_30_10_10_91	EQP_040_010_090	Central Telefónica	n/a
EQP_030_070_131	Base De Poste	n/a	EQP_040_010_100	Central De Comunicações	n/a
EQP_030_070_140	Monocarril	n/a	EQP_040_010_101	Módulo de Comunicações	n/a
EQP_030_070_150	Ponte Rolante	Pr_65_80_96_07	EQP_040_010_110	Router	Pr_70_75_52_72
EQP_030_070_160	Carro De Mão	n/a	EQP_040_010_120	Switch De Rede	Pr_70_75_52_56
EQP_030_070_170	Tremoña Vibratória	TE_30_50_10_94	EQP_040_010_130	Modem	Pr_70_75_52
EQP_030_070_180	Barco	n/a	EQP_040_010_140	Amplificador De Banda Larga	Pr_70_75_52
EQP_030_070_190	Atrelado Para Barco	n/a	EQP_040_010_150	Serial Device Server	Pr_70_75_52
EQP_030_070_200	Reboque	TE_40_30_70	EQP_040_010_160	Bridge	Pr_70_75_52
EQP_030_070_210	Tapete Transportador	TE_30_50_10_15	EQP_040_010_170	Computador Fixo	Pr_70_75_15_21
EQP_030_070_220	Transportador	Pr_65_80_96	EQP_040_010_180	Computador Portátil	Pr_70_75_15_21
EQP_030_070_230	Parafuso Transportador	Pr_65_80_96_76	EQP_040_010_190	Monitor	Pr_70_75_15_16
EQP_030_070_240	Travão Magnético	n/a	EQP_040_010_191	Módulo Telemedida	n/a
EQP_030_080	Armazenamento	n/a	EQP_040_010_200	Registrador	Pr_80_51_85_21
EQP_030_080_010	Contentor	n/a	EQP_040_010_210	Impressora	Pr_70_75_15_66
EQP_030_090	Laboratoriais	n/a	EQP_040_010_220	Projetor	Pr_40_70_67
EQP_030_090_010	Banho-Maria	Pr_40_70_23_53	EQP_040_010_230	Servidor	Pr_70_75_15_80
EQP_030_090_020	Banho Termoestatizado	Pr_40_70_23_53	EQP_040_010_240	Bastidor De Comunicações	Pr_80_77_27_42
EQP_030_090_010	Controlador De Placa De Aquecimento	n/a	EQP_040_010_250	Armário Rack	Pr_80_77_27_42
EQP_030_090_000	Banho De Ultrasons	n/a	EQP_040_010_260	Carta De Comunicação	n/a
EQP_030_090_010	Autoclave	n/a	EQP_040_010_270	Interface	Pr_75_80_30_41
EQP_030_090_020	Cloche	n/a	EQP_040_010_280	Multiplexer	Pr_75_80_50_55
EQP_030_090_030	Termo-Reator	n/a	EQP_040_010_290	Cabo De Fibra Ótica	n/a
EQP_030_090_040	Reactor Cqo	n/a	EQP_040_020	Controlo De Abertura	n/a
EQP_030_090_050	Incubadora	Pr_40_70_51_42	EQP_040_020_010	Portão Automático	Pr_75_30_23
EQP_030_090_060	Microscópio	Pr_40_70_51_51	EQP_040_020_020	Portão Manual	Pr_75_30_23
EQP_030_090_070	Lupa Estereoscópica	n/a	EQP_040_020_030	EE Prom	Pr_75_30_23
EQP_030_090_080	Centrifugadora De Laboratório	n/a	EQP_040_020_040	Comporta	Pr_60_45_30
EQP_030_090_090	Misturador Vortex	n/a	EQP_040_020_050	Defletor	Pr_60_45_30
EQP_030_090_100	Cromatógrafo	n/a	EQP_040_020_060	Distribuidor De Caudal	Pr_60_45_30
EQP_030_090_110	Bureta	n/a	EQP_040_030	Controlo Mecânico E Elétrico	n/a
EQP_030_090_120	Placa De Agitação	n/a	EQP_040_030_010	Atuador Mecânico	Pr_75_50_02
EQP_030_090_130	Placa De Indução	n/a	EQP_040_030_020	Atuador Elétrico	Pr_75_50_02
EQP_030_090_140	Nebulizador	n/a	EQP_040_030_030	Atuador Pneumático	Pr_75_50_02
EQP_030_090_150	Exsicador	n/a	EQP_040_030_040	Controlador	n/a
EQP_030_090_160	Estufa De Esterilização	n/a	EQP_040_030_050	Painel Controlador	Pr_75_50_18_17
EQP_030_090_170	Estufa De Secagem	n/a	EQP_040_030_060	Central De Detecção De Gás	Pr_75_50_18_33
EQP_030_090_180	Muffa	n/a	EQP_040_030_070	Central De Detecção De Fugas De Cloro	Pr_75_50_18_33
EQP_030_090_190	Processador Titulador	n/a	EQP_040_030_080	Central De Detecção De Fugas De Ozono/Oxigênio	Pr_75_50_18_33
EQP_030_090_200	Cuba	n/a	EQP_040_030_090	Caixa Redutora	Pr_75_51_35_97
EQP_030_090_210	Unidade De Água Ultra-Pura	n/a	EQP_040_030_100	Autómato	n/a
EQP_030_090_220	Rampa De Filtração	n/a	EQP_040_030_110	Quadro De Comando	n/a
EQP_030_100	Oficinas E Ferramentaria	n/a	EQP_040_040	Segurança	n/a
EQP_030_100_010	Máquina De Soldar	TE_70_20_10	EQP_040_040_010	Controlo De Acessos	Pr_75_30_30
EQP_030_100_020	Moto-Rocadora	TE_70_20_25	EQP_040_040_020	Intercomunicador	Pr_75_30_30
EQP_030_100_030	Máquina De Cortar Relva	TE_70_20_25_46	EQP_040_040_030	Central De Intrusão	Pr_75_80_42
EQP_030_100_040	Aspirador	TE_70_20_25	EQP_040_040_040	Detector De Intrusão	Pr_75_80_42
EQP_030_100_050	Lanterna	n/a	EQP_040_040_050	Central De Incêndio	Pr_75_80_30
EQP_030_100_060	Equipamento De Limpeza De Lâmpadas	Pr_40_70_13	EQP_040_040_060	Detector De Incêndio	Pr_75_80_30
EQP_030_100_070	Máquina De Lavar De Alta Pressão	TE_70_20_50_37	EQP_040_040_070	Central Combinada De Incêndio E Intrusão	Pr_75_80_42
EQP_030_100_080	Máquina De Lavagem De Filtros	n/a			
EQP_030_100_090	Telescópio	TE_70_40_70_51			
EQP_030_100_100	Trípode	TE_70_40_70_90			
EQP_030_100_110	Esmeriladora Elétrica	TE_70_60_10			
EQP_030_100_120	Máquina De Furar	n/a			
EQP_040	Comunicação, Controlo E Segurança	n/a			
EQP_040_010	Comunicação	n/a			
EQP_040_010_010	Antena De Comunicações	Pr_60_75_01			
EQP_040_010_020	Torre De Comunicações	n/a			
EQP_040_010_030	Black Box	n/a			
EQP_040_010_040	Câmara De Videovigilância	Pr_60_75_86			
EQP_040_010_050	Conversor	Pr_75_75_90			
EQP_040_010_060	Rádio Intercomunicador	Pr_75_75_90			
EQP_040_010_070	Telefone	Pr_70_75_88			
EQP_040_010_080	Consola	Pr_70_75_88_89			

Anexo E

Parametrização uniformizada por Conjuntos de Propriedades – *Property Sets* (tendo por base as normas EN ISO 17412, EN ISO 23386 e EN ISO 23387)

DADOS DO FABRICANTE			
DO_AnoFabrico	DO_CPUTModificacao	DO_Marca	DO_Modelo
DO_CatalogoTecnico	DO_CPUTipo	DO_MarcaCaixaRedutora	DO_ModeloCaixaRedutora
DO_CPUData	DO_CPUVersao	DO_MarcaMotor	DO_ModeloMotor
DO_CPUFWData	DO_Fornecedor	DO_MarcaTurbinha	DO_ModeloTurbinha
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DO_AccionamentoGamaVelocidadeDiferencial	DO_ComprimentoOnda	DO_Numerofases	DO_RendimentoCF
DO_AccionamentoPotencias	DO_ContenteoHarmonicas	DO_Numerogrelhas	DO_RendimentoSST
DO_AccionamentoRegulacao	DO_Cs	DO_Numerolampadas	DO_Reprodutibilidade
DO_AccionamentoTransmissao	DO_CurvaFotometrica	DO_Numeropaineis	DO_Resolucao
DO_AgenteExtintor	DO_CurvaNPSH	DO_Numeropasturbina	DO_RolamentoLadoAtaque
DO_AlongamentoDaMembranaMax	DO_CurvasCaracteristicas	DO_Numeropolos	DO_RolamentoLadoOpuestoAtaque
DO_AlturaAspiracao	DO_CurvasPerdaCarga	DO_Numeroramos	DO_SaidasAnalogicas
DO_AlturaElevacao	DO_Cz	DO_NumerosaidasAnalogicas	DO_SaidasDigitais
DO_AlturaManometrica	DO_DefinicaoImagem	DO_NumerosaidasDigitais	DO_Sensibilidade
DO_AlturaManometricaMax	DO_DensidadeSolidosMax	DO_Numerosequenciadores	DO_SinalSaída
DO_AlturaManometricaMin	DO_Desagregador	DO_Numerotampas	DO_SistemaDetecçãoErrosTransmissão
DO_AmplitudeMovimentos	DO_DesvioTipicoEMC	DO_Numerotanques	DO_SistemaEncravamentoSegurança
DO_AnguloCone	DO_Dieletrico	DO_PerdaCarga	DO_SistemaFuncionamentoCorte
DO_AnguloIncindencia	DO_DiferencialRotacaoMax	DO_Peso	DO_SistemaRaspagem
DO_Aranque	DO_DimensaoBolha	DO_PesoBaseSustentacao	DO_SistemaRefrigeração
DO_Arvanamentos	DO_Eletrodos	DO_PesoEstatos	DO_SistemasSegurança
DO_Automatismos	DO_EntradasESaidas	DO_PesoRotor	DO_Tara
DO_AutonomiaCargaNominal	DO_EquipamentoPrincipal	DO_PesoTotalGerador	DO_TaxaAmostragem
DO_CapacidadeCarga	DO_ErroAdmissivelMax	DO_PoderCorte	DO_Te
DO_CapacidadeElevacao	DO_Escaladamax	DO_PoderCorteNominal	DO_TemByPassEstaticoAutomatico
DO_CapacidadeTratamento	DO_Escaladamin	DO_PoderFecho	DO_TemDiscoDilacerador
DO_CaracteristicasContactos	DO_Escorregamento	DO_PoderFechoSobCurtoCircuito	DO_Temperatura
DO_CaracteristicasEletricasComponentes	DO_FasesEntrada	DO_PontosAmostragem	DO_TemperaturaAmostra
DO_CaracteristicasQueimadores	DO_FiltroPoeiras	DO_PontosMedicao	DO_TemperaturaFuncionamento
DO_CaracteristicasReleComando	DO_FlangeNaoNormalizadaNumeroFuros	DO_PosicaoTurbinha	DO_TemperaturaFuncionamentoMax
DO_CaracteristicasHardware	DO_FlangeNormalizada	DO_Pressao	DO_TemperaturaMax
DO_CaracteristicasReleTermico	DO_FlechaMax	DO_PressaoAberturaCalibrada	DO_TemperaturaMin
DO_CargaHidraulica	DO_FonteFixa	DO_PressaoAccionamentoMin	DO_TemperaturaSaida
DO_CargaSolidosMax	DO_ForcaCompressaoAplicavel	DO_PressaoAdmissivelMax	DO_TemperaturaTrabalho
DO_CargaSolidosNominal	DO_ForcaTraccaoAplicavel	DO_PressaoAmostra	DO_TemRegulacaoRelacaoTransformacaoIncluida
DO_CaudalAfluenteMax	DO_FormaArefecimento	DO_PressaoCompressao	DO_TemUtilizacaoEmAguasResiduaisBrutas
DO_CaudalAguaDeLavagem	DO_Formalisolamento	DO_PressaoDescarga	DO_TensaoRoturaMembrana
DO_CaudalAguaMotriz	DO_Impulsor	DO_PressaoEnsaioHidraulico	DO_Timbre
DO_CaudalAlimentacaoMax	DO_Indicador	DO_PressaoFuncionamento	DO.Tipo
DO_CaudalAr	DO_Isoladores	DO_PressaoFuncionamentoMax	DO.TipoAco
DO_CaudalArCompressor	DO_LarguraBanda	DO_PressaoJusante	DO_Vao
DO_CaudalArLavagem	DO_LarguraPulso	DO_PressaoMax	DO_VariacaoVelocidade
DO_CaudalJusante	DO_LinhassAmostragemSequenciador	DO_PressaoMin	DO_Velocidade
DO_CaudalMax	DO_LuminanciaMax	DO_PressaoMontante	DO_VelocidadeAbertura
DO_CaudalMin	DO_Massa	DO_PressaoNominal	DO_VelocidadeArMax
DO_CaudalMontante	DO_MassaDescubavel	DO_PressaoServico	DO_VelocidadeElevacao
DO_CaudalNominal	DO_MassaEspecifica	DO_PressaoVolume	DO_VelocidadeElevacaoMax
DO_CaudalPermanente	DO_MassaOleo	DO_PrincípioMedicao	DO_VelocidadeEscoamentoGrelhasMax
DO_CaudalPermanenteCaudalMin	DO_MedicaoNivel	DO_Processador	DO_VelocidadeEscoamentoTubagemMax
DO_CaudalTransicaoCaudalMin	DO_ModoDescarga	DO_ProducaoOzonoMax	DO_VelocidadeFiltracao
DO_CaudalTratar	DO_ModoExtracao	DO_ProducaoOzonoPropria	DO_VelocidadeMotor
DO_CaudalTratarComRetornos	DO_ModoFixacao	DO_ProtocoloComunicacao	DO_VelocidadeNominalRotor
DO_ClasseDispositivoFecho	DO_Momentolnercia	DO_RaiosDeCurvaturaMontagem	DO_VelocidadeRotacao
DO_ClasseIsolamentoMotor	DO_NumerodeAreadores	DO_RaiosDeCurvaturaPermanentes	DO_VelocidadeRotorMax
DO_ClassePerigo	DO_NumeroCilindros	DO_Refrigeracao	DO_VelocidadeTranslacao
DO_ClassificadorAreas	DO_NumerocubasLamasFlotadas	DO_RegimeServico	DO_VelocidadeTransmissaoMax
DO_CommandoManualNumeroVoltsFecho	DO_NumerodeDescarregadores	DO_Registador	DO_VelocidadeTransmissaoPossiveis
DO_CommandoPneumaticoHidraulicoPressaoMax	DO_NumerodifusoresGreila	DO_RelacaoTransformacao	
DO_CommandoPneumaticoHidraulicoPressaoMin	DO_NumerodeEntradasAnalogicas	DO_RelacaoTransmissao	
DO_CommandoPneumaticoHidraulicoTempoFecho	DO_NumerodeEntradasDigitais	DO_RendimentoCBOS	

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS			
DO_Altura	DO_ComprimentoTotal	DO_DiametroTurbinhaOuHelice	DO_EspessuraTampa
DO_AlturaAguaMaterialFiltrante	DO_Diametro	DO_DiametroVelos	DO_Forma
DO_AlturaCanal	DO_DiametroAspiracao	DO_DiametroVolante	DO_Inclinacao
DO_AlturaChamine	DO_DiametroCaixaManometro	DO_DifusoresAfastamento	DO_InclinacaoGrades
DO_AlturaLiquido	DO_DiametroCompressao	DO_DimensaoGrelhas	DO_Largura
DO_AlturaMaterialFiltrante	DO_DiametroDescarga	DO_DimensaoTampas	DO_LarguraCanal
DO_AlturaMorta	DO_DiametroDifusor	DO_Dimensoes	DO_LarguraEntreCarris
DO_AlturaTotal	DO_DiametroDistribuicao	DO_DimensoesAlturaMax	DO_Malha
DO_AlturaUtil	DO_DiametroEntrada	DO_DimensoesAreaTabuleiro	DO_Profundidade
DO_AlturaVeio	DO_DiametroEntreFurosFlange	DO_DimensoesAxLxP	DO_ProfundidadeDifusoresSuperficieLivre
DO_Area	DO_DiametroEquivalenteOrificio	DO_DimensoesComprimento	DO_RelacaoLarguraDiametro
DO_AreaTotal	DO_DiametroFiltro	DO_DimensoesCubasLamasFlotadas	DO_Seccao
DO_AreaUtil	DO_Diametrolimpulsor	DO_DimensoesLargura	DO_SuperficieUtil
DO_Capacidade	DO_DiametroInterno	DO_DimensoesPeDireitoMax	DO_Volume
DO_CapacidadeMax	DO_DiametroLampadas	DO_DimensoesPlanta	DO_VolumeDispositivoArmazenamento
DO_CapacidadeReservatorios	DO_DiametroLigacao	DO_DimensoesTremostra	DO_VolumeFlotador
DO_CommandoManualDiametroVolante	DO_DiametroMaior	DO_EspacamentoEntreBarras	DO_VolumePolo
DO_Comprimento	DO_DiametroMenor	DO_Espessura	DO_VolumeReservatorio
DO_ComprimentoCadaTubo	DO_DiametroNominal	DO_EspessuraChapaAco	DO_VolumeTotal
DO_ComprimentoCarriñoRolamento	DO_DiametroNominalBombaAirLift	DO_EspessuraFundo	DO_VolumeUnitarioFlocaacao
DO_ComprimentoEntreFlangesOuAtravancamentoTotal	DO_DiametroPinca	DO_EspessuraMediaMembrana	DO_VolumeUnitarioFlotacao
DO_ComprimentoLampadas	DO_DiametroRotor	DO_EspessuraParede	
DO_ComprimentoParafusoTransportador	DO_DiametroSaida	DO_EspessuraRevestimentoExterior	
DO_ComprimentoSensor	DO_DiametroTambor	DO_EspessuraRevestimentoInterior	

MATERIAIS			
DO_Acabamento	DO_MaterialDifusores	DO_MaterialLigacao	DO_MaterialTubagensAlimentacao
DO_ConstituicaoBarramentoESubBarrantos	DO_MaterialDisco	DO_MaterialLigacoes	DO_MaterialTubagensDistribuicao
DO_ConstituicaoCabo	DO_MaterialDispositivoArmazenamento	DO_MaterialMembrana	DO_MaterialTurbinhaOuHelice
DO_ConstituicaoNucleoOptico	DO_MaterialDistribuidorCabo	DO_MaterialNaLocalizacao	DO_MaterialUnioes
DO_Material	DO_MaterialExo	DO_MaterialObturador	DO_MaterialVedacao
DO_MaterialAnéisDesgaste	DO_MaterialElastomeros	DO_MaterialParafusos	DO_MaterialVedante
DO_MaterialAroDesgaste	DO_MaterialEletrificacao	DO_MaterialParafusoTransportador	DO_MaterialVeio
DO_MaterialBaseApolo	DO_MaterialEletrodo	DO_MaterialParedes	DO_MaterialVolanteManobra
DO_MaterialBombas	DO_MaterialEnchimento	DO_MaterialPernos	DO_Pintura
DO_MaterialBuins	DO_MaterialEstruturaSuporte	DO_MaterialForcaDeUso	DO_PinturaExterior
DO_MaterialCabos	DO_MaterialFiltrante	DO_MaterialQuadro	DO_PinturaInterior
DO_MaterialCaixaTransmisor	DO_MaterialFixacao	DO_MaterialReservatorio	DO_ProtecaoAntibrasaSaídaSolidos
DO_MaterialCalhas	DO_MaterialFlanges	DO_MaterialRodados	DO_ProtecaoAntibrasaSemFim
DO_MaterialCaminhoRolamento	DO_MaterialFlutuadores	DO_MaterialRolamentos	DO_ProtecaoAnticorrosiva
DO_MaterialCasquilhos	DO_MaterialFundo	DO_MaterialRotor	DO_ProtecaoEletronica
DO_MaterialCharneira	DO_MaterialFuso	DO_MaterialSedes	DO_Protecoes
DO_MaterialChumaceiras	DO_MaterialGrelhas	DO_MaterialSemFim	DO_ProtecoesIncorporadasArrefecimento
DO_MaterialConduta	DO_MaterialGuarda	DO_MaterialTamisador	DO_Revestimento
DO_MaterialConstituinte	DO_MaterialImpulsor	DO_MaterialTampa	DO_RevestimentoExterior
DO_MaterialCorpo	DO_MaterialJuntas	DO_MaterialTremostra	DO_RevestimentoInterior

ENERGIA			
DO_AmplitudeComponenteAlternadaResidual	DO_CorrenteNominalFase2	DO_IntensidadeNominalSecundaria	DO_Rendimento4/4Carga
DO_Baterias	DO_CorrentePermanenteBarramentoESubBarrantos	DO_ModoAlimentacao	DO_RendimentoAlturaMax
DO_Binario	DO_CorrenteSaida	DO_PerdaVazioTensaoNominal	DO_RendimentoAlturaMin
DO_BinarioAbertura	DO_CorrenteServiço	DO_Potencia	DO_RendimentoMotor
DO_BinarioArranqueSemArrancador	DO_CorrenteServiçoContactosAuxiliares	DO_PotenciaAbsorvida	DO_RotaçãoMotorPrimario
DO_BinarioFecho	DO_FatorPotencia	DO_PotenciaAbsorvidaAlturaMax	DO_RotaçõesPorMinuto
DO_BinarioMax	DO_FatorPotencia2/4Carga	DO_PotenciaAbsorvidaAlturaMin	DO_Rotor
DO_BinarioNominal	DO_FatorPotencia3/4Carga	DO_PotenciaAccionamentoMin	DO_SobrecargaAdmissivel
DO_CapacidadeBateria	DO_FatorPotencia4/4Carga	DO_PotenciaAparente	DO_SobrecargaMax
DO_ClasseEficiencia	DO_Frequencia	DO_PotenciaAtiva	DO_Tensao
DO_Commando	DO_FrequenciaEntrada	DO_PotenciaElevacao	DO_TensaoAlimentacao
DO_CommandoEletricoFrequencia	DO_FrequenciaManobraAdmissivel	DO_PotenciaEspecificadaAglaciao	DO_TensaoAuxiliar
DO_CommandoEletricoIntensidadeCorrente	DO_FrequenciaMotor	DO_PotenciaGrupoMotoredutor	DO_TensaoBobine
DO_CommandoEletricoPotenciaMotor	DO_FrequenciaNominal	DO_PotencialMotorPrimario	DO_TensaoCurtoCircuito
DO_CommandoEletricoTempoFecho	DO_FrequenciaSaidaFase1	DO_PotencialMotorSecundario	DO_TensaoEntrada
DO_CommandoEletricoTensao	DO_FrequenciaSaidaFase2	DO_PotenciaNominal	DO_TensaoEntradaFase1
DO_CommandoManualBinarioFecho	DO_IORatio	DO_PotenciaNominalDoMotor	DO_TensaoEntradaFase2
DO_Combustivel	DO_ImpedanciaMax	DO_PotenciaNominalSaidaFase1	DO_TensaoIsolamento
DO_Consumo	DO_IndiceProtecao	DO_PotenciaNominalSaidaFase2	DO_TensaoMotor
DO_ConsumoCombustivel	DO_InerciaGerador	DO_PotenciaPorLampadas	DO_TensaoNominal
DO_ConsumoEnergiaElectrica	DO_InerciaTotalGrupo	DO_PotenciaReativa	DO_TensaoNominalAlimentacao
DO_ConsumoFPBobineLigacao	DO_Intensidade	DO_PotenciaTotal	DO_TensaoNominalPrimario
DO_ConsumoFBobineRegimePermanente	DO_IntensidadeArranque	DO_PotenciaTranslacao	DO_TensaoNominalSaida
DO_ConsumosEnergia	DO_IntensidadeCorrente	DO_PotenciaUnitaria	DO_TensaoNominalSecundario
DO_CorrenteArranque	DO_IntensidadeLimiteDinamica	DO_PotenciaUtil	DO_TensaoSaida
DO_CorrenteCurtoCircuitoAdmissivel	DO_IntensidadeLimiteTermica	DO_RegimeCargaBateria	DO_ToleranciaFrequenciaSaida
DO_CorrenteNominal	DO_IntensidadeMotor	DO_Rendimento	DO_ToleranciaTensaoSaida
DO_CorrenteNominalEntrada	DO_IntensidadeNominal	DO_Rendimento2/4Carga	
DO_CorrenteNominalFase1	DO_IntensidadeNominalPrimaria	DO_Rendimento3/4Carga	

DADOS DO ESPAÇO E LOCALIZAÇÃO			
DO_CartaMilitar	DO_ExtensoaLocalizacao	DO_ExtensoaTrocado	
DO_EstruturaLocalizacaoN1N5	DO_ExtensoaSubtroco	DO_Subtroco	

CODIFICAÇÕES			
DO_ArtigoListaPrecos	DO_CodigoGIME	DO_DescricaoGNA	DO_NumeroSerie
DO_CodificacaoEDF	DO_CodigoInventory	DO_DescricaoSCC	DO_NumeroSerieCaixaRedutora
DO_CodificacaoEQP	DO_CodigoLocalizacaoMaximo	DO_NumerоСertificado	DO_NumeroSerieMotor
DO_CodificacaoEZO	DO_CodigoTelegestao	DO_NumeroEDP	DO_Refencia
DO_CodificacaoGNA	DO_DescricaoEDF	DO_NumeroEtiqueta	
DO_CodificacaoSCC	DO_DescricaoEQP	DO_NumeroRegisto	
DO_CodigoConstrucao	DO_DescricaoEZO	DO_NumeroSelo	

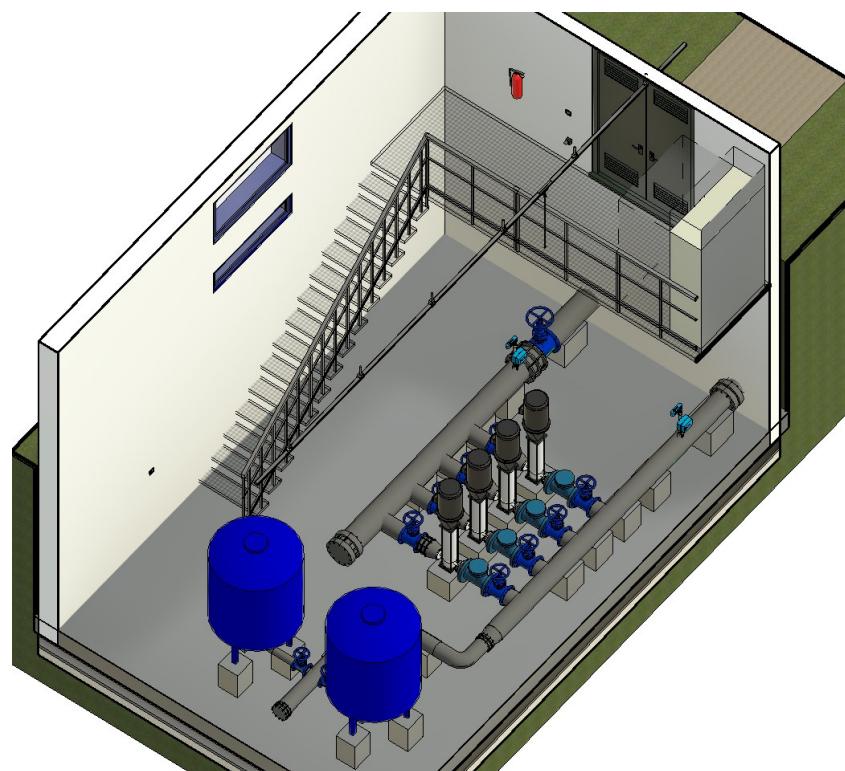
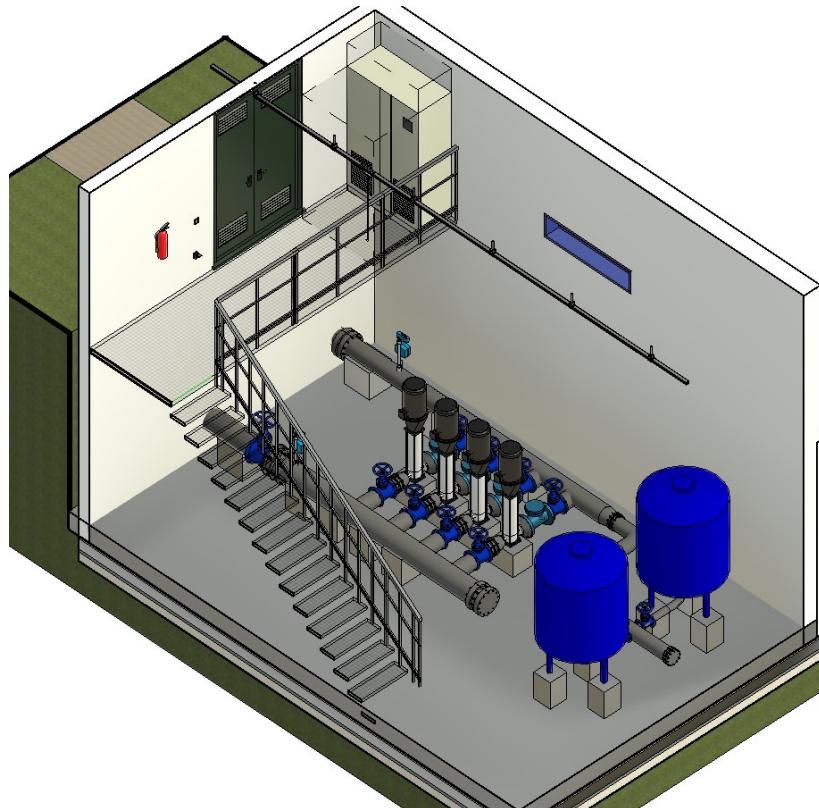
NORMAS E CERTIFICAÇÕES			
DO_CertificadoPotabilidade		DO_NormasFabrico	
DO_MarcacaoCE		DO_NormasFlanges	
DO_NormasEnsaio		DO_TemCertificado	

MONITORIZAÇÃO E CONTROLO			
DO_AdicaoReagentes	DO_LampadasUtilizadas	DO_TipoAccionamento	DO_TipoIsolamento
DO_AlarmesDisponiveis	DO_Licencavel	DO_TipoAcessorioInterior	DO_TipoJunta
DO_AnoInstalacao	DO_ListagemCompletaTipoEquipamento	DO_TipoAcoplamento	DO_TipoJuntasTubagemInspeccional
DO_AnosDeVidaEstimado	DO_LocalMontagem	DO_TipoAlimentacaoMotor	DO_TipoLampadas
DO_Aplicacao	DO_LongevidadeEletrica	DO_TipoAlternador	DO_TipoLigacao
DO_AreaDemografica	DO_LongevidadeMecanica	DO_TipoArranque	DO_TipoLimpeza
DO_CicloCalibracao	DO_Manobrabilidade	DO_TipoArranqueMotor	DO_TipoLubrificacao
DO_CommandosSinalizacoes	DO_MeoElevarao	DO_TipoArefecimento	DO_TipoMedicao
DO_CompensacaoAutomaticaPH	DO_MetodoMedia	DO_TipoFluador	DO_TipoMicrotamisadores
DO_ConcentracaoLamasSaida	DO_MetodoRegeneracao	DO_TipoAutomatismos	DO_TipoModulacao
DO_CondicoesServico	DO_Mobilidade	DO_TipoBateria	DO_TipoMontagem
DO_ConsumoPolieletrolito	DO_ModoAmostragem	DO_TipoBobinas	DO_TipoMotor
DO_ContadorHorasFuncionamento	DO_ModoArefecimento	DO_TipoBohasAr	DO_TipoMovimentacaoCarga
DO_CriterioAceilacao	DO_ModuloInsercao	DO_TipoBomba	DO_TipoNivel
DO_DataCarregamento	DO_ModoLubrificacaoChumaceiras	DO_TipoCamara	DO_TipoOperacao
DO_DataProvaHidraulica	DO_Montagem	DO_TipoCanalizacao	DO_TipoParafuso
DO_DataProximaRevisao	DO_NaturezaLocalizacao	DO_TipoCarvao	DO_TipoProtecaoCatodica
DO_DataSubstituicao	DO_NivelDetetavelMin	DO_TipoCentrifuga	DO_TipoQuadroInstalacao
DO_DescricaoLocalizacao	DO_NivelslamamentoChoque	DO_TipoChumaceiraBomba	DO_TipoQueda
DO_DescricaoPosicao	DO_NivelsolamentoFrequencia	DO_TipoChumaceiraMotor	DO_TipoRecobrimento
DO_DispositivosRegulacaoSeguranca	DO_NivelMedirMax	DO_TipoCloro	DO_TipoReguladorTensao
DO_DominioAbrangido	DO_NivelRuido	DO_TipoComando	DO_TipoReles
DO_Dosagem	DO_NivelVibracoes	DO_TipoCombustivel	DO_TipoRodamentos
DO_EficienciaRemocao	DO_NumeromanobrasAberturaFecho	DO_TipoCompressor	DO_TipoRotor
DO_EnsaiosPrevistos	DO_NumeroOficioEntidadeInspetora	DO_TipoCondensador	DO_TipoSeccao
DO_Estado	DO_NumerovoltasFechoCompleto	DO_TipoConstructivo	DO_TipoSilenciador
DO_FaseLicenciamento	DO_PeriodicidadeCalibracao	DO_TipoContactores	DO_TipoSinalAnalogicoEntrada
DO_FormaDispositivoFecho	DO_PreAarmeBateria	DO_TipoContactosAuxiliares	DO_TipoSinalAnalogicoSaida
DO_FormaInstalacaoTubagem	DO_PrecisaoMedicao	DO_TipoControlador	DO_TipoTamisadores
DO_FormaLigacaoEntrePecas	DO_PrincípioFuncionamento	DO_TipoCorpo	DO_TipoTampa
DO_FormaMedicaoResistencia	DO_QuantidadeCarvao	DO_TipoDifusor	DO_TipoTelecomando
DO_FormaMontagem	DO_ReagentesUtilizados	DO_TipoDispositivoDescarga	DO_TipoTermostatos
DO_FormaOperacao	DO_RecomendacaoInspecao	DO_TipoEletrodo	DO_TipoTransmissao
DO_Funcao	DO_Ruido	DO_TipoEscamamento	DO_TipoTratamento
DO_GamaMedicao	DO_SinalizacoesFuncionamento	DO_TipoEstrutura	DO_TipoUniao
DO_GamaRegulacao	DO_TemAccessoriessIncluidos	DO_TipoFechoTampas	DO_TipoUtilizacao
DO_Gas	DO_TemConsideracaoFonteEmissao	DO_TipoFixacao	DO_TipoVedacao
DO_GrauProtecao	DO_TemControloAcessoInterior	DO_TipoFluidoElevar	DO_TipoVentilacao
DO GrupoLigacoes	DO_TemIncorporacaoResiduos	DO_TipoFogacem	DO_Totalizador
DO_HorarioFuncionamento	DO_TempoAbertura	DO_TipoFundoFalso	DO_TransmissaoDistancia
DO_ImportanciaEstrategica	DO_TempoCiclo	DO_TipoGrupoEletrrobombaCompacto	DO_Transmitancia
DO_InicioProcessoRenovacao	DO_TempoFecho	DO_TipoHidroescape	DO_TrocoDuplicado
DO_InscricaoMatricial	DO_TempoFloculacao	DO_TipoImagem	DO_Utilizacao
DO_In sensibilidade	DO_TempoRetencao	DO_TipoImpulsor	DO_VacuoMax
DO_InstalacaoComando	DO_TemSistemaProtecaoCorrosao	DO_TipoInjetor	DO_ValidadeAutorizacaoFuncionamento
DO_IntervaloMedicao	DO_TipoAbocardamento	DO_TipoInstalacao	

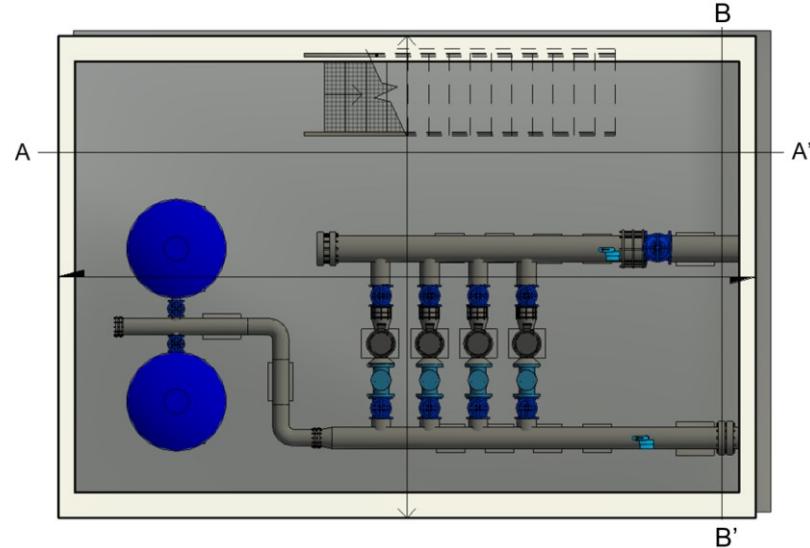
Anexo F

Modelo de Estação Elevatória (EE) genérica desenvolvido

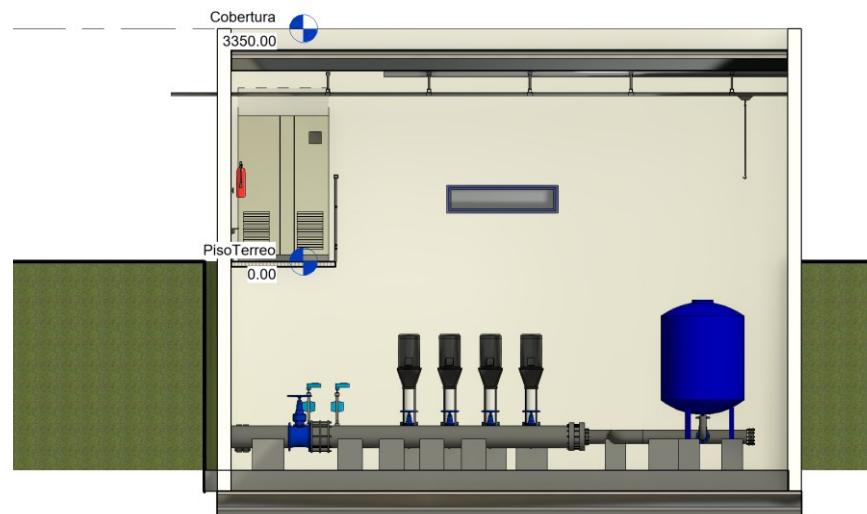
- Vistas tridimensionais da EE



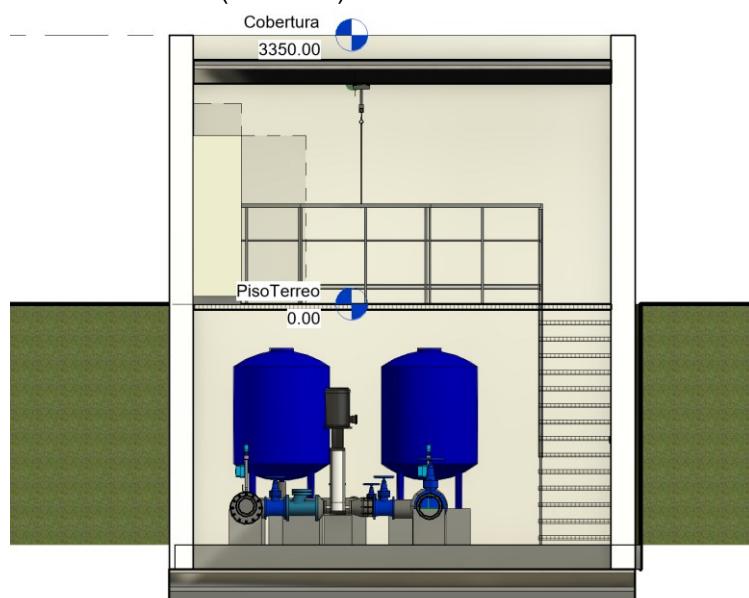
- Vista em planta do piso enterrado e identificação de cortes AA' e BB'



- Vistas tridimensionais da EE (corte AA')



- Vistas tridimensionais da EE (corte BB')



Anexo G

Data Templates desenvolvidos de base à modelação e gestão da informação em contexto BIM tendo por base as normas EN ISO 17412, EN ISO 23386 e EN ISO 23387

Versão de PDT	1.0		
Data de PDT	Dezembro 2022		
Sistema de classificação	ClassificacaoBIM_EPALVT		
Criado por	EPAL/AdVT		
Código no sistema de classificação (DO_CodificacaoEQP)	EQP_010_080_060		
Nome do ativo (DO_DescricaoEQP)	Bomba centrífuga		
ifcElementType	IfcPump		
ifcPredefinedType	ENDSUCTION		
Conjuntos de propriedades (PSets)	Nome do Parâmetro	Unidade de medida	Tipo de campo
Dados do fabricante			
	DO_AnoFabrico	-	TEXTO
	DO_CatalogoTecnico	-	URL
	DO_Fornecedor	-	TEXTO
	DO_Marca	-	TEXTO
	DO_Modelo	-	TEXTO
	DO_MarcaMotor	-	TEXTO
	DO_ModeloMotor	-	TEXTO
Características técnicas			
	DO_AlturaElevacao	m	NUMERO
	DO_AlturaManometrica	mca	NUMERO
	DO_CaudalNominal	m³/h	NUMERO
	DO_Peso	Kg	NUMERO
	DO_Tipo	-	TEXTO
	DO_VariacaoVelocidade	-	TEXTO
	DO_Velocidade	RPM	NUMERO
Características dimensionais			
	DO_DiametroCompressao	mm	NUMERO
	DO_DiametroImpulsor	mm	NUMERO
Materiais			
	DO_Acabamento	-	TEXTO
	DO_MaterialAneisDesgaste	-	TEXTO
	DO_MaterialBaseApoio	-	TEXTO
	DO_MaterialCasquinhos	-	TEXTO
	DO_MaterialCorpo	-	TEXTO
	DO_MaterialImpulsor	-	TEXTO
	DO_MaterialVeio	-	TEXTO
	DO_Pintura	-	TEXTO
	DO_ProteccaoAnticorrosiva	-	TEXTO
Energia			
	DO_CorrenteNominal	A	NUMERO
	DO_FatorPotencia	-	NUMERO
	DO_FrequenciaNominal	Hz	NUMERO
	DO_PotenciaAbsorvida	KW	NUMERO
	DO_PotenciaNominal	KW	NUMERO
	DO_Rendimento	%	NUMERO
	DO_RendimentoMotor	%	NUMERO
	DO_RotacoesPorMinuto	RPM	NUMERO
	DO_TensaoAlimentacao	V	NUMERO
Codificações			
	DO_ArtigoListaPrecos	-	TEXTO
	DO_CodigoInventory	-	TEXTO
	DO_CodigoLocalizacaoMaximo	-	TEXTO
	DO_NumeroSerie	-	TEXTO
Normas e certificações			
	DO_NormasEnsaio	-	TEXTO
	DO_NormasFabrico	-	TEXTO
	DO_NormasFlanges	-	TEXTO
Monitorização e controlo			
	DO_Anoinstalacao	-	TEXTO
	DO_Funcao	-	TEXTO
	DO_GrauProtecao	-	TEXTO
	DO_NivelRuido	dB	NUMERO
	DO_TipoArranqueMotor	-	TEXTO

Versão de PDT	1.0		
Data de PDT	Dezembro 2022		
Sistema de classificação	ClassificacaoBIM_EPALVT		
Criado por	EPAL/AdVT		
Código no sistema de classificação (DO_CodificacaoEQP)	EQP_010_090_060		
Nome do ativo (DO_DescricaoEQP)	Válvula de cunha		
IfcElementType	IfcValue		
IfcPredefinedType	ISOLATING		
Conjuntos de propriedades (PSets)	Nome do Parâmetro	Unidade de medida	Tipo de campo
Dados do fabricante			
	<i>DO_AnoFabrico</i>	-	TEXTO
	<i>DO_CatalogoTecnico</i>	-	URL
	<i>DO_Fornecedor</i>	-	TEXTO
	<i>DO_Marca</i>	-	TEXTO
	<i>DO_MarcaCaixaRedutora</i>	-	TEXTO
	<i>DO_Modelo</i>	-	TEXTO
	<i>DO_ModeloCaixaRedutora</i>	-	TEXTO
Características técnicas			
	<i>DO_CaudalNominal</i>	m ³ /h	NUMERO
	<i>DO_Peso</i>	Kg	NUMERO
	<i>DO_PerdaCarga</i>	-	TEXTO
	<i>DO_PressaoNominal</i>	Bar	NUMERO
	<i>DO_Tipo</i>	-	TEXTO
Características dimensionais			
	<i>DO_ComprimentoEntreFlangesOuAtravancamentos</i>	-	NUMERO
	<i>DO_DiametroEntreFurosFlange</i>	mm	NUMERO
	<i>DO_DiametroNominal</i>	mm	NUMERO
	<i>DO_Forma</i>	-	TEXTO
Materiais			
	<i>DO_Acabamento</i>	-	TEXTO
	<i>DO_Material</i>	-	TEXTO
	<i>DO_MaterialFuso</i>	-	TEXTO
	<i>DO_MaterialQuadro</i>	-	TEXTO
	<i>DO_MaterialSedes</i>	-	TEXTO
	<i>DO_MaterialObturador</i>	-	TEXTO
	<i>DO_MaterialPorcaFuso</i>	-	TEXTO
	<i>DO_MaterialVedante</i>	-	TEXTO
	<i>DO_MaterialVeio</i>	-	TEXTO
	<i>DO_MaterialVolanteManobra</i>	-	TEXTO
	<i>DO_Pintura</i>	-	TEXTO
	<i>DO_ProteccaoAnticorrosiva</i>	-	TEXTO
Energia			
	<i>DO_BinarioFecho</i>	Nm	NUMERO
	<i>DO_FrequenciaNominal</i>	-	TEXTO
	<i>DO_PotenciaAbsorvida</i>	kW	NUMERO
	<i>DO_PotenciaNominalMotor</i>	kW	NUMERO
	<i>DO_RendimentoMotor</i>	%	NUMERO
	<i>DO_RotacoesPorMinuto</i>	RPM	NUMERO
	<i>DO_TensaoAlimentacao</i>	V	NUMERO
Codificações			
	<i>DO_ArtigoListaPrecos</i>	-	TEXTO
	<i>DO_CodigoInventoryario</i>	-	TEXTO
	<i>DO_CodigoLocalizacaoMaximo</i>	-	TEXTO
	<i>DO_NumeroSerie</i>	-	TEXTO
	<i>DO_NumeroSerieCaixaRedutora</i>	-	TEXTO
Normas e certificações			
	<i>DO_NormasFabrico</i>	-	TEXTO
	<i>DO_NormasFlanges</i>	-	TEXTO
	<i>DO_NormasEnsaio</i>	-	TEXTO
Monitorização e controlo			
	<i>DO_AnoInstalacao</i>	-	TEXTO
	<i>DO_Funcao</i>	-	TEXTO
	<i>DO_NumeroVoltaFechoCompleto</i>	-	NUMERO
	<i>DO_TipoComando</i>	-	TEXTO
	<i>DO_TempoAbertura</i>	-	TEXTO
	<i>DO_TempoFecho</i>	-	TEXTO

Versão de PDT	1.0		
Data de PDT	Dezembro 2022		
Sistema de classificação	ClassificacaoBIM_EPALVT		
Criado por	EPAL/AdVT		
Código no sistema de classificação (DO_CodificacaoEQP)	EQP_030_070_070		
Nome do ativo (DO_DescricaoEQP)	Diferencial de Elevação		
ifcElementType	IfcBuildingElementProxy		
ifcPredefinedType	USERDEFINED		
Conjuntos de propriedades (PSets)	Nome do Parâmetro	Unidade de medida	Tipo de campo
Dados do fabricante			
	<i>DO_AnoFabrico</i>	-	TEXTO
	<i>DO_CatalogoTecnico</i>	-	URL
	<i>DO_Fornecedor</i>	-	TEXTO
	<i>DO_Marca</i>	-	TEXTO
	<i>DO_Modelo</i>	-	TEXTO
	<i>DO_MarcaMotor</i>	-	TEXTO
	<i>DO_ModeloMotor</i>	-	TEXTO
Características técnicas			
	<i>DO_AlturaElevacao</i>	m	NUMERO
	<i>DO_CapacidadeCarga</i>	Kg	NUMERO
	<i>DO.Tipo</i>	-	TEXTO
	<i>DO_VelocidadeElevacao</i>	m/s	NUMERO
	<i>DO_VelocidadeTranslacao</i>	m/s	NUMERO
Materiais			
	<i>DO_Acabamento</i>	-	TEXTO
	<i>DO_Material</i>	-	TEXTO
	<i>DO_Pintura</i>	-	TEXTO
	<i>DO_ProteccaoAnticorrosiva</i>	-	TEXTO
Energia			
	<i>DO_CorrenteNominal</i>	A	NUMERO
	<i>DO_FatorPotencia</i>	-	NUMERO
	<i>DO_FrequenciaNominal</i>	Hz	NUMERO
	<i>DO_PotenciaAbsorvida</i>	kW	NUMERO
	<i>DO_PotenciaNominal</i>	kW	NUMERO
	<i>DO_RotacoesPorMinuto</i>	RPM	NUMERO
	<i>DO_TensaoAlimentacao</i>	V	NUMERO
Codificações			
	<i>DO_ArtigoListaPrecos</i>	-	TEXTO
	<i>DO_CodigoInventory</i>	-	TEXTO
	<i>DO_CodigoLocalizacaoMaximo</i>	-	TEXTO
	<i>DO_NumeroSerie</i>	-	TEXTO
Normas e certificações			
	<i>DO_NormasEnsaio</i>	-	TEXTO
	<i>DO_NormasFabrico</i>	-	TEXTO
Monitorização e controlo			
	<i>DO_AnoInstalacao</i>	-	TEXTO
	<i>DO_Funcao</i>	-	TEXTO
	<i>DO_GrauProtecao</i>	-	TEXTO
	<i>DO_NivelRuido</i>	dB	NUMERO
	<i>DO_TipoArranqueMotor</i>	-	TEXTO

Versão de PDT	1.0		
Data de PDT	Dezembro 2022		
Sistema de classificação	ClassificacaoBIM_EPALVT		
Criado por	EPAL/AdVT		
Código no sistema de classificação (DO_CodificacaoEQP)	EQP_030_020_060		
Nome do ativo (DO_DescricaoEQP)	Extintor		
ifcElementType	IfcFireSuppressionTerminal		
ifcPredefinedType	USERDEFINED		
Conjuntos de propriedades (PSets)	Nome do Parâmetro	Unidade de medida	Tipo de campo
Dados do fabricante			
	DO_AnoFabrico	-	TEXTO
	DO_CatalogoTecnico	-	URL
	DO_Fornecedor	-	TEXTO
	DO_Marca	-	TEXTO
	DO_Modelo	-	TEXTO
Características técnicas	DO_AgenteExtintor	-	TEXTO
Características dimensionais	DO_Capacidade	Kg	NUMERO
Codificações	DO_ArtigoListaPrecos	-	TEXTO
	DO_CodigoInventory	-	TEXTO
	DO_CodigoLocalizacaoMaximo	-	TEXTO
	DO_NumeroSerie	-	TEXTO
Monitorização e controlo	DO_DataCarregamento	-	TEXTO
	DO_DataProvaHidraulica	-	TEXTO
	DO_DataProximaRevisao	-	TEXTO
	DO_DataSubstituicao	-	TEXTO

Versão de PDT	1.0		
Data de PDT	Dezembro 2022		
Sistema de classificação	ClassificacaoBIM_EPALVT		
Criado por	EPAL/AdVT		
Código no sistema de classificação (DO_CodificacaoEQP)	EQP_010_110_040		
Nome do ativo (DO_DescricaoEQP)	Medidor de Caudal Eletromagnético		
ifcElementType	ifcFlowMeter		
ifcPredefinedType	WATERMETER		
Conjuntos de propriedades (PSets)	Nome do Parâmetro	Unidade de medida	Tipo de campo
Dados do fabricante			
	DO_AnoFabrico	-	TEXTO
	DO_CatalogoTecnico	-	URL
	DO_Fornecedor	-	TEXTO
	DO_Marca	-	TEXTO
	DO_Modelo	-	TEXTO
Características técnicas	DO_GamaMedicao	-	TEXTO
	DO_GrauProteccao	-	TEXTO
	DO_PrincípioMedicao	-	TEXTO
	DO_Sensibilidade	-	TEXTO
	DO_SinalSaida	-	TEXTO
	DO_TemperaturaFuncionamento	C	NUMERO
	DO_TipoInstalacao	-	TEXTO
Características dimensionais	DO_ComprimentoFlangesOuAtravancamentoTotal	mm	NUMERO
	DO_DiametroEntreFurosFlange	mm	NUMERO
	DO_DiametroNominal	mm	NUMERO
Materiais	DO_Acabamento	-	TEXTO
	DO_Material	-	TEXTO
	DO_ProteccaoAnticorrosiva	-	TEXTO
Energia	DO_CorrenteNominal	A	TEXTO
	DO_TensaoAlimentacao	V	NUMERO
Codificações	DO_ArtigoListaPrecos	-	TEXTO
	DO_CodigoInventory	-	TEXTO
	DO_CodigoLocalizacaoMaximo	-	TEXTO
	DO_NumeroSerie	-	TEXTO
Normas e certificações	DO_NormasEnsaio	-	TEXTO
	DO_NormasFabrico	-	TEXTO
Monitorização e controlo	DO_AnoInstalacao	-	TEXTO
	DO_Funcao	-	TEXTO

Versão de PDT	1.0		
Data de PDT	Dezembro 2022		
Sistema de classificação	ClassificacaoBIM_EPALVT		
Criado por	EPAL/AdVT		
Código no sistema de classificação (DO_CodificacaoEQP)	EQP_010_050_190		
Nome do ativo (DO_DescricaoEQP)	Junta		
ifcElementType	ifcPipeSegment		
ifcPredefinedType	SPOOL		
Conjuntos de propriedades (PSets)	Nome do Parâmetro	Unidade de medida	Tipo de campo
Dados do fabricante			
	DO_AnoFabrico	-	TEXTO
	DO_CatalogoTecnico	-	URL
	DO_Fornecedor	-	TEXTO
	DO_Marca	-	TEXTO
	DO_Modelo	-	TEXTO
Características técnicas			
	DO_CaudalNominal	m3/h	NUMERO
	DO_Peso	Kg	NUMERO
	DO_PerdaCarga	-	TEXTO
	DO_PressaoNominal	Bar	NUMERO
	DO_Tipo	-	TEXTO
Materiais			
	DO_Acabamento	-	TEXTO
	DO_Material	-	TEXTO
	DO_MaterialVedante	-	TEXTO
	DO_Pintura	-	TEXTO
	DO_ProteccaoAnticorrosiva	-	TEXTO
Codificações			
	DO_ArtigoListaPrecos	-	TEXTO
	DO_CodigoInventory	-	TEXTO
	DO_CodigoLocalizacaoMaximo	-	TEXTO
	DO_NumeroSerie	-	TEXTO
Normas e certificações			
	DO_NormasEnsaio	-	TEXTO
	DO_NormasFabrico	-	TEXTO
	DO_NormasFlanges	-	TEXTO
Monitorização e controlo			
	DO_AnoInstalacao	-	TEXTO
	DO_Funcao	-	TEXTO

Versão de PDT	1.0		
Data de PDT	Dezembro 2022		
Sistema de classificação	ClassificacaoBIM_EPALVT		
Criado por	EPAL/AdVT		
Código no sistema de classificação (DO_CodificacaoEQP)	EQP_010_120_20		
Nome do ativo (DO_DescricaoEQP)	Reservatório de Ar Comprimido		
ifcElementType	ifcTank		
ifcPredefinedType	PRESSUREVESSEL		
Conjuntos de propriedades (PSets)	Nome do Parâmetro	Unidade de medida	Tipo de campo
Dados do fabricante			
	DO_CatalogoTecnico	-	URL
	DO_Marca	-	TEXTO
	DO_Modelo	-	TEXTO
Características Técnicas			
	DO_Pressao	Bar	NUMERO
	DO_PressaoAdmissivelMax	Bar	NUMERO
Características Dimensionais			
	DO_Capacidade	m3	NUMERO
Codificações			
	DO_CodigoInventory	-	TEXTO
	DO_CodigoLocalizacaoMaximo	-	TEXTO
	DO_NumerоФabricante	-	TEXTO
	DO_NumerоХa	-	TEXTO
Normas e Certificações			
	DO_NormasEnsaio	-	TEXTO
	DO_NormasFabrico	-	TEXTO
Monitorização e Controlo			
	DO_AnoInstalacao	-	TEXTO
	DO_RecomendacaoInspecao	-	TEXTO
	DO_TipoFluidoEstrar	-	TEXTO