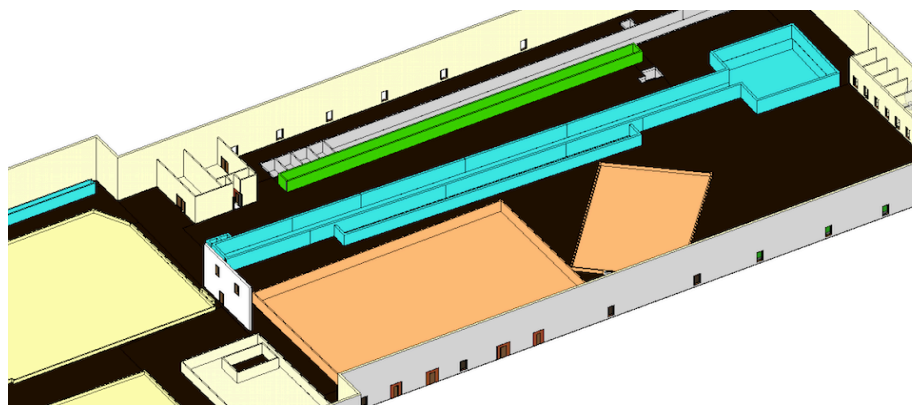




INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia



Metodologia BIM Aplicada a Gestão de Ativos

SVETLANA MARÍLIA CASIMIRO JOÃO

(Licenciada em Engenharia Civil)

Dissertação de natureza científica para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Civil – Especialização em Estruturas

Orientadores:

Especialista João António Antunes Hormigo

Doutora Maria João Serpa da Lança Falcão Silva

Doutora Paula Margarida Carvalho Marques Couto

Júri:

Presidente: Doutor Paulo Jorge Henriques Mendes

Vogais:

Doutor Pedro Miguel Soares Raposeiro da Silva

Doutora Maria João Serpa da Lança Falcão Silva

Dezembro de 2018

À Deus toda a Honra e toda a Glória

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus que é tudo na minha vida, pela graça de ter chegado até aqui, encerra-se assim uma fase muito importante na minha vida.

Um especial agradecimento aos meus pais, Deolinda e Venâncio João por todo amor incondicional, esforço, dedicação, e pelos sacrifícios de modo a proporcionarem-me um futuro melhor. Vocês são os meus heróis.

Agradeço aos meus irmãos, Glenda, Vladimir e Oshaky João pelo vosso amor por mim. Vocês são os meus tesouros.

Gostaria de agradecer ao Eng.º João Hormigo por ter acreditado em mim, sem o seu contributo nada disso seria possível.

Em especial agradeço às minhas orientadores Eng.ª Paula Couto e Eng.ª Maria João Falcão pela oportunidade concedida, pelo interesse demonstrado e por toda a vossa disponibilidade em orientarem-me devidamente na elaboração da dissertação.

Agradeço à minha querida tia Teresa de Almeida, ao meu tio Mateus de Almeida, à minha prima Vanda Augusto e a toda a minha família, que muito contribuíram para a conclusão desta grande etapa.

Agradeço à minha prima e amiga Yoleni Cabral, por teres transformado a minha vida com a sua sabedoria, pela força, pela dedicação e sobretudo pela tua amizade.

Gostaria de expressar também um agradecimento a todos os meus queridos amigos e colegas. Em especial, a Andrea Lucas, Brenda Santos, Jackeline Leite e ao Calismar Moniz. Vocês tornaram isso possível. Sou o que sou, graças a vocês.

METODOLOGIA BIM APLICADA A GESTÃO DE ATIVOS

RESUMO

A metodologia *Building Information Modelling* (BIM), em franca expansão no setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), engloba um conjunto de procedimentos que permitem melhorar a partilha da informação ao longo das diversas fases do processo construtivo, como por exemplo, maior produtividade, melhor cooperação interdisciplinar, automatização dos fluxos de trabalhos e otimização de prazos, minimização dos custos, diminuição dos erros de compatibilidade de projetos, etc.

A Gestão de Ativos é uma área desafiante e de cada vez maior importância na sociedade moderna atual, na medida em que uma gestão eficiente e uma manutenção e operação eficazes de ativos (bens, equipamentos, entidades, infraestruturas, etc.) podem trazer inúmeros benefícios às organizações que os detêm. A evolução mundial e o crescimento económico potenciaram um aumento da necessidade de se conhecerem bem os ativos existentes numa organização, de forma a melhor controlá-los, recorrendo à análise holística dos processos da organização, priorizando e avaliando os objetivos fundamentais desta.

O trabalho desenvolvido tem como objetivo implementar ao caso estudo, uma Unidade Operativa Laboratorial de Ensaios Hidráulicos (UOLEH) a metodologia BIM na Gestão de Ativos. A referida unidade será modelada em BIM com a informação e detalhe necessários aos requisitos para a implementação de um sistema de Gestão de Ativos, com base nas Normas ISO 55000. No âmbito do estudo será analisado o estado atual das práticas de uma gestão de ativos nas instalações laboratoriais, por forma a identificar a posição da organização em relação aos requisitos das normas. Para finalizar, o estudo apresenta / propõe um método utilizando o Construction Operations Building Information Exchange (COBie) que demonstre as vantagens da metodologia BIM aplicada à Gestão de Ativos.

PALAVRAS-CHAVE: BIM, Gestão de Ativos, Normas ISO 55000, Manutenção de Edifícios, COBie.

BIM METHODOLOGY APPLIED TO ASSET MANAGEMENT

ABSTRACT

The rapidly growing Building Information Modelling (BIM) methodology in the Architecture, Engineering, Construction and Operation (AECO) sector encompasses a set of procedures that improve the sharing of information around the various phases of the construction process, such as, higher productivity, better interdisciplinary cooperation, automation of workflows and optimization of deadlines, minimization of costs, reduction of compatibility errors of projects, etc.

Asset Management is a challenging and increasingly important area in today's modern society, as efficient management, maintenance and operation of assets (assets, equipment, entities, infrastructure, etc.) can bring numerous benefits to the organizations that hold them. Global developments and economic growth have fostered an increased need to know well the assets of an organization in order to better control them through the holistic analysis of the organization's processes, prioritizing and evaluating its fundamental objectives.

The objective of this work is to implement the BIM methodology in Asset Management applied to the case study, a Laboratory Operative Unit for Hydraulic Tests (UOLEH). This unit will be modelled in BIM with the information and detail necessary to the requirements for the implementation of an Asset Management system, based on ISO 55000 Standards. In the scope of the study will be analysed the current state of asset management practices in order to identify the position of the organization in relation to the requirements of the standards. Finally, the study presents / proposes a method using Construction Operations Building Information Exchange (COBie) that demonstrates the advantages of the BIM methodology applied to Asset Management.

KEYWORDS: BIM, Asset Management, ISO 55000 Standards, Building Maintenance, COBie.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	ENQUADRAMENTO GERAL	1
1.2	OBJETIVOS E METODOLOGIA	3
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	4
2	GESTÃO DE ATIVOS	5
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	5
2.2	NORMAS ISO 55000: GESTÃO DE ATIVOS	8
2.3	TIPOS DE ATIVOS	10
2.4	CAMPOS DE APLICAÇÃO	11
2.5	AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO	14
2.6	SISTEMAS INFORMÁTICOS DE GESTÃO DE ATIVOS	15
2.7	NÍVEL DE MATURIDADE	16
3	METODOLOGIA BIM	25
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	25
3.2	CONCEITO	26
3.3	DIFERENÇA ENTRE BIM E CAD	29
3.4	DIMENSÕES BIM	29
3.5	NÍVEIS DE MATURIDADE	31
3.6	NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO	34
3.7	INTEROPERABILIDADE	35
3.8	<i>SOFTWARES</i> BIM	38
3.9	COBIE	40
4	CASO DE ESTUDO	45
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	45
4.2	DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO	45
4.3	ESTRUTURAÇÃO DE PLANO DE GESTÃO DE ATIVOS SEGUNDO A NORMA ISO 55001	51
4.3.1	CONTEXTO ORGANIZACIONAL	52
4.3.2	LIDERANÇA	53
4.3.3	PLANEAMENTO	53
4.3.4	APOIO	54
4.3.5	OPERACIONALIZAÇÃO	55
4.3.6	AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO	55
4.4	PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DE ATIVOS PARA O CASO DE ESTUDO	56
5	MODELAÇÃO EM BIM	73
5.1	MODELAÇÃO EM BIM	73
5.5.1	MODELO DE ARQUITETURA	74

5.5.2. MODELO MEP	77
5.2 EXPORTAÇÃO PARA O COBIE	80
6 CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO	91
6.1 CONCLUSÕES	91
6.2 TRABALHO FUTURO	92
BIBLIOGRAFIA	94
ANEXOS A	97
ANEXOS B	105

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – RELAÇÃO ENTRE SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVOS VS GESTÃO DE ATIVOS.	8
FIGURA 2.2 – ESCALA DE MATURIDADE DA BSI PAS 55.	19
FIGURA 2.3 – ESCALA DE MATURIDADE DA ISO 55001.	21
FIGURA 3.1 – CICLO DE VIDA DUM EDIFÍCIO NO PROCESSO BIM.	26
FIGURA 3.2 – CICLO DIMENSÕES BIM.	30
FIGURA 3.3 – NÍVEIS DE MATURIDADE.	32
FIGURA 3.4 – NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO (LOD)	34
FIGURA 3.5 – MODELO DE INTEROPERABILIDADE, OS TRÊS PILARES.	36
FIGURA 3.6 – INTERLIGAÇÃO ENTRE AS FOLHAS DE CALCULO COBIE.	41
FIGURA 4.1 – PAVILHÃO DE HIDRÁULICA MARÍTIMA.	46
FIGURA 4.2 – PLANTA DA INSTALAÇÃO DE HIDRÁULICA MARÍTIMA COM AS SUAS 3 ZONAS.	46
FIGURA 4.3 – TANQUE DE ONDAS IRREGULARES.	47
FIGURA 4.4 – CANAIS DE ONDAS IRREGULARES.	47
FIGURA 4.5 – RELAÇÃO ENTRE ELEMENTOS CHAVES DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVO NA UOLEH.	58
FIGURA 4.6 – REPRESENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DE GESTÃO DE ATIVOS DA UOLEH COM BASE NO CICLO PDCA.	59
FIGURA 4.7 – MODELO MAIGAI.	63
FIGURA 5.1 – MODELO DE ARQUITETURA DA INSTALAÇÃO – VISTA GERAL EXTERIOR.	75
FIGURA 5.2 – MODELO DE ARQUITETURA DA INSTALAÇÃO – VISTA INTERIOR ZONAS A E B_1.	76
FIGURA 5.3 – MODELO DE ARQUITETURA DA INSTALAÇÃO – VISTA INTERIOR ZONAS A E B_2.	77
FIGURA 5.4 – MODELO DE MEP - ZONA A.	78
FIGURA 5.5 – MODELO DE MEP - ZONA B.	78
FIGURA 5.6 – MODELO DE MEP - ZONAS B E C.	79
FIGURA 5.7 – <i>PLUG-IN</i> DO AUTODESK COBIE TOOLKIT 2018.	80
FIGURA 5.8 – SEPARADOR <i>SETUP</i> DO AUTODESK COBIE TOOLKIT.	81
FIGURA 5.9 – CRIAÇÃO DOS CONTATOS.	82
FIGURA 5.10 – EDIÇÃO DAS CONFIGURAÇÕES DOS PARÂMETROS.	82
FIGURA 5.11 – INFORMAÇÕES DO PROJETO COM OS ATRIBUTOS COBIE DETALHADOS.	84
FIGURA 5.12 – SEPARADOR <i>MODIFY</i> DO AUTODESK COBIE TOOLKIT.	84
FIGURA 5.13 – SELEÇÃO DOS ESPAÇOS AGRUPADOS POR ZONAS – MODELO DE ARQUITETURA.	85
FIGURA 5.14 – SELEÇÃO DOS ESPAÇOS AGRUPADOS POR ZONAS - MODELO DE MEP.	86
FIGURA 5.15 – SELEÇÃO DOS ELEMENTOS A EXPORTAR.	86
FIGURA 5.16 – EDIÇÃO DO BATCH MODIFY OTHER FIELDS.	87
FIGURA 5.17 – EXPORTAÇÃO DO COBIE.	88

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 2.1 – QUESTÕES DA PAM ALINHADAS COM A BSI PAS 55.....	20
QUADRO 2.2 – DESCRIÇÃO, DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DE MATURIDADE DA ISO 55001	22
QUADRO 2.3 – QUESTÕES DA SAM ALINHADAS COM A ISO 55001.....	23
QUADRO 3.1 – <i>SOFTWARES</i> BIM POR ESPECIALIDADES.....	38
QUADRO 3.2 – DESCRIÇÃO DAS FUNÇÕES ESPECÍFICAS – COBIE	42
QUADRO 3.3 – CÓDIGO DE CORES – COBIE.....	43
QUADRO 4.1 – CLASSIFICAÇÃO DOS ESPAÇOS E ZONAS NA INSTALAÇÃO ESTUDADA	46
QUADRO 4.2 – ENSAIOS HIDRÁULICOS EFETUADOS NA INSTALAÇÃO EM ESTUDO.....	48
QUADRO 4.3 – CANAIS DE ONDAS	48
QUADRO 4.4 – TANQUES DE ONDAS	49
QUADRO 4.5 – CARACTERÍSTICAS DOS GERADORES EXISTENTES NA INSTALAÇÃO	50
QUADRO 4.6 – TIPOS DE VÁLVULAS	51
QUADRO 4.7 – QUESTÕES ESSENCIAIS E OBJETIVAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO NA UOLEH.....	60
QUADRO 4.8 – DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	60
QUADRO 4.9 – OBJETIVOS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA A UOLEH.....	61
QUADRO 4.10 – FERRAMENTAS DE APOIO À ANÁLISE E À DECISÃO PARA A UOLEH	61
QUADRO 4.11 – INFORMAÇÃO ESSENCIAL DA UOLEH.....	62
QUADRO 4.12 – ANÁLISE SWOT DA UOLEH.....	66
QUADRO 4.13 – RESULTADO DAS PERGUNTAS DA FERRAMENTA SAM DO IAM, PARA VERIFICAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE DO MODELO PROPOSTO PARA UOLEH	68
QUADRO 4.14 – BALANÇO HÍDRICO PARA A UOLEH	70
QUADRO 4.15 – CONCEITO DO RPN, PARA UOLEH.....	71
QUADRO 5.1 – CONFIGURAÇÕES E FUNÇÕES DE CADA ITEM.....	83

LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS

<i>AECO</i>	<i>Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação</i>
<i>APDA</i>	<i>Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Água</i>
<i>BIM</i>	<i>Building Information Modeling (Modelo de Informação da Construção)</i>
<i>BSI</i>	<i>British Standards Institution (Instituição de Normas Britânicas)</i>
<i>CAD</i>	<i>Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador)</i>
<i>CMMS</i>	<i>Computerized Maintenance Management Systems (Sistema Informatizado da Gestão da Manutenção)</i>
<i>COBie</i>	<i>Construction Operations Building Information Exchange (Operações de Trocas de Informações de Construção)</i>
<i>EAM</i>	<i>Enterprise Asset Management (Gestão de Ativos Empresariais)</i>
<i>EAMC</i>	<i>European Asset Management Committee (Comité Europeu de Gestão de Ativos)</i>
<i>EFNMS</i>	<i>European Federation of Nation Maintenance Societies (Sociedade da Federação Europeia das Nações de Manutenção)</i>
<i>FMECA</i>	<i>Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (Análise de Modo e Efeito de Falha)</i>
<i>IAI</i>	<i>International Alliance for Interoperability (Aliança Internacional de Interoperabilidade)</i>
<i>IAM</i>	<i>Institute of Asset Management (Instituto de Gestão de Ativos)</i>
<i>IDM</i>	<i>Information Delivery Manual (Entrega Manual de Informações)</i>
<i>IFC</i>	<i>Industry Foundation Classes (Classes de Bases Industriais)</i>
<i>IFD</i>	<i>International Framework for Dictionaries (Dicionários Estruturados Internacionalmente)</i>
<i>ISO</i>	<i>International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização)</i>
<i>IWMS</i>	<i>Integrated Workplace Management System (Sistema Integrado de Gestão do Local de Trabalho)</i>
<i>LOD</i>	<i>Level of Development (Nível de Desenvolvimento)</i>
<i>MEP</i>	<i>Mechanical, Electrical and Plumbing (Mecânica, Elétrica e Tubagem)</i>
<i>MVD</i>	<i>Model View Definition (Definição da Vista do Modelo)</i>
<i>NF</i>	<i>Norma Francesa</i>
<i>NP</i>	<i>Norma Portuguesa</i>

PAS Publicly Available Specification (Especificação Disponível Publicamente)

PDCA Plan Do Check Act (Planear Executar Verificar e Agir)

RPN Risk Priority Number (Número de Risco Prioritário)

UOLEH Unidade Operativa Laboratorial de Ensaios Hidráulicos

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento Geral

Atualmente, a economia está cada vez mais complexa o que vai gerando preocupações e motivos de inquietação para as organizações. Surge assim, a necessidade das organizações melhorarem o seu desempenho, tornando-se de grande importância para qualquer organização uma gestão eficaz e eficiente dos seus ativos, para atingir os objetivos esperados.

É impossível dissociar a Gestão de Ativos da Manutenção de Instalações, tanto que se pode afirmar, que a Gestão de Ativos é uma componente da evolução da Manutenção de Instalações. O conceito da Manutenção propriamente dito, surge aproximadamente na era da Revolução Industrial, onde apenas era conhecida como Manutenção Corretiva (correção depois da falha). Com o avanço dos tempos, a Manutenção evoluiu para Manutenção Preventiva (manutenção baseada no tempo), Manutenção Preditiva (manutenção baseada na condição), Manutenção Detetiva (manutenção baseada em sensores) e Engenharia de Manutenção.

De acordo com a Norma Portuguesa NP EN 13306 (2007), Manutenção é *'A combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida.'*

No caso da Norma Francesa NF X 60-010 a Manutenção é definida como *'O conjunto de ações que permitem manter ou repor um bem num estado especificado ou em condições de assegurar um serviço determinado.'*

A Manutenção é bastante importante, se analisarmos pelas seguintes três vertentes: em termos legais, económicos e sociais. Quanto ao aspeto legal, dá importância a posições de prevenção como a poluição (emissões gasosas, descargas líquidas e resíduos), a insegurança ou riscos de acidente e o incómodo (ruído, fumos ou odores). A perspetiva económica indica a maximização do rendimento dos investimentos efetuados, o aumento da vida útil e o aumento

das taxas de operacionalidade. Na vertente social considera-se um conjunto de medidas, que podem contribuir para a preservação ou melhoria da imagem da organização (Filipe, 2006).

Segundo Peters (2015), quando aplicamos as melhores práticas de Gestão de Ativos, como por exemplo, em termos de planeamento, manutenção preventiva e melhoria da fiabilidade, entre outros, alcançamos a excelência da Manutenção. Trombeta (2017) considera que a Gestão de Ativos pertence à Quarta Geração da Manutenção, cujo foco é maximizar a eficácia de um ativo durante todo o seu ciclo de vida (período compreendido entre a criação de um ativo e o fim da sua vida), minimizar as falhas, reduzir perdas e maximizar ganhos (Coelho, 2015).

Em 2002, o “Institute of Asset Management” (IAM), do Reino Unido, organizou uma reunião num seminário com vários gestores, onde concluíram que era de extrema importância a necessidade de estabelecer-se uma linguagem comum para a Gestão de Ativos. Em 2004, surge a “Publicly Available Specification” PAS 55: 2004, que é uma especificação para Gestão Otimizada de Ativos Físicos, publicada pelo “British Standards Institution” (BSI), em colaboração com o “Institute of Asset Management” (IAM), que fornece orientações e boas práticas, com a finalidade de aprimorar a gestão de todos os ativos da organização. A PAS 55: 2008 encontra-se dividida nas seguintes duas partes:

- i. **PAS 55-1 (2008)** – *Identifica os requisitos e especificações que têm de ser cumpridas de modo a otimizar a gestão de ativos físicos ao longo do seu ciclo de vida;*
- ii. **PAS 55-2 (2008)** – *Guia de orientações que possibilitam a aplicação dos requisitos presentes na PAS 55-1 (2008).*

A divisão das especificações PAS 55 é composta por quatro capítulos, sendo no primeiro desenvolvidos os objetivos, no segundo as publicações, no terceiro os termos e definições e no quarto feito o relato dos requisitos do sistema de gestão de ativos. Os requisitos são baseados na metodologia do ciclo PDCA – *Plan-Do-Check-Act* (Planear-Executar-Verificar-Atuar) (Coelho, 2015). A PAS 55 indica como as especificações devem ser cumpridas, deixando ao critério do gestor a forma como estas são implementadas.

Atendendo à grande adesão e popularidade, foi proposto um projeto de transformação das especificações em normas, pela “International Organization for Standardization” (ISO) (Organização Internacional de Normalização), tendo surgido uma nova Norma ISO para a Gestão de Ativos. As versões traduzidas para português foram publicadas em 2014. A Norma é dividida em três documentos:

- i. **ISO 55000:2014** - *Gestão de Ativos: Visão Geral, Princípios e Terminologia;*
- ii. **ISO 55001:2014** - *Sistemas de Gestão de Ativos – Requisitos;*
- iii. **ISO 55002:2014** - *Sistemas de Gestão de Ativos – Orientações*

O BIM (Building Information Modelling) é uma metodologia baseada em um modelo 3D inteligente que fornece aos profissionais de arquitetura, engenharia, construção e operação (AECO) a visão e as ferramentas para planejar, projetar, construir e gerir com mais eficiência edifícios e infraestruturas (Autodesk, 2017).

Conforme definido pelo Comitê de Projetos Padrão do Modelo Nacional de Informações de Construção, o Building Information Modelling (BIM) *é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação. Um modelo de informação da construção é um recurso de conhecimento compartilhado para informações sobre uma instalação que forma uma base confiável para decisões durante seu ciclo de vida; definido como existindo desde a concepção inicial até à demolição.*

O conceito BIM visa resolver e antecipar os problemas que tipicamente ocorrem em fases mais avançadas, para fases mais embrionárias. Isto permite reduzir os custos nas fases a jusante. É muito importante a antecipação dos vários tipos de problemas, pois deste modo consegue-se agilizar o processo de decisão mesmo antes de um empreendimento começar a ser construído (Martins, 2017).

1.2 Objetivos e Metodologia

O trabalho desenvolvido tem como objetivo implementar numa unidade operativa laboratorial de ensaios hidráulicos (UOLEH), a metodologia BIM na Gestão de Ativos. A referida unidade será modelada em BIM, com todas as informações e detalhes necessários, para a implementação de um sistema de Gestão de Ativos, baseado nas Normas ISO 55000, ISO 55001 e ISO 55002. Sendo que, a ligação entre a Metodologia BIM e a Gestão de Ativos será realizada por uma especificação para a interoperabilidade de informação, a *COBie* (*Construction Operations Building Information Exchange*).

No âmbito do estudo será analisado o estado atual das práticas de uma gestão de ativos nas instalações laboratoriais, por forma a identificar a posição da organização em relação aos requisitos das normas. Para finalizar, pretende-se apresentar um método que demonstre as vantagens da metodologia BIM face à sua aplicação na Gestão de Ativos.

A finalidade da aplicação da Gestão de Ativos na unidade de investigação é a de permitir a perceção do valor que os seus ativos têm na realização das atividades, equilibrando os custos financeiros, ambientais e sociais e o risco, de forma a atingir os objetivos da organização.

1.3 Estrutura da Dissertação

Em termos de estrutura e organização a presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos.

Capítulo 1: No primeiro capítulo, é efetuado um enquadramento geral em que a temática abordada na presente dissertação se insere, e de seguida define-se os principais objetivos e metodologia aplicada, bem como a sua estrutura organizacional.

Capítulo 2: O segundo capítulo, apresenta o estado de arte da Gestão de Ativos. Aborda o conceito de Gestão de Ativos, bem como as Normas ISO 55000, 55001 e 55002, os diferentes tipos de ativos e os benefícios face à sua aplicação. De seguida, um esclarecimento geral acerca do campo de aplicação da normalização, avaliação do desempenho e os diferentes tipos de grau de maturidade elaborados pelas Normas de Gestão de Ativos.

Capítulo 3: O terceiro capítulo, aborda o estado de arte desta nova metodologia BIM. De modo a esclarecer todos os contributos positivos relativamente ao mundo BIM e dificuldades encontradas pelos profissionais. Neste capítulo, será apresentada um breve enquadramento histórico sobre a sua evolução, as principais vantagens identificadas no setor AECO (arquitetura, engenharia, construção e operação), os seus diversos níveis e maturidades, as dimensões, a interoperabilidade (formas de intercâmbio da informação) e os diferentes tipos de modelos BIM. E também se descreve um pouco sobre as folhas de calculo “*COBie*”, bem como todos os seus componentes.

Capítulo 4: No quarto capítulo, definem-se o caso de estudo, que corresponde à implementação da gestão de ativos numa unidade operativa laboratorial para ensaios hidráulicos (UOLEH), utilizando a metodologia BIM. Em primeiro lugar, no quarto capítulo é desenvolvido um modelo de gestão de ativos, sendo criado com base nas Normas ISO 55000 e no guia prático de aplicação de gestão de ativos. Este modelo é elaborado com ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Act*). Desenvolveu-se o planeamento (Plano estratégico), a implementação (Modelo MIGA), a análise do desempenho do modelo (Grau de maturidade) e por último o plano de ação, com vista na melhoria continua da instalação.

Capítulo 5: No quinto capítulo, são descritos todos os passos que foram seguidos para a modelação da instalação (Arquitetura e MEP), identificando todas as dificuldades sentidas, e também é apresentada passo-a-passo a edição do *COBie* para a obtenção das folhas de cálculo, com todos os ativos físicos da instalação organizados.

Capítulo 6: No sexto capítulo, são apresentadas as conclusões finais do trabalho desenvolvido, as análises dos resultados obtidos, os benefícios retirados da aplicação do método proposto e as perspetivas de desenvolvimentos futuros neste domínio de investigação.

2 GESTÃO DE ATIVOS

2.1 Considerações Iniciais

Há cerca de trinta anos atrás, a gestão de ativos era considerada como ‘manutenção da fábrica’ (“*Plant Maintenance*”); depois, quinze anos mais tarde, o nome passou para ‘gestão de equipamentos’; mas, nos dias atuais, é conhecida como ‘gestão de ativos da empresa’. Dentro de uma organização, a gestão dos ativos pode ser integrada em varias áreas, como as áreas da engenharia, gestão financeira, gestão de risco, logística, relação com os clientes, gestão ambiental, entre outras (IBM Global Business, 2007).

Os gestores de manutenção têm vindo a assumir a sua atividade de gestão de uma forma mais adequada, sendo cada vez menos ‘gestores de máquinas’ e cada vez mais ‘gestores de ativos’. A engenharia da manutenção é a aplicação de práticas direcionadas para a otimização dos equipamentos, dos processos e dos orçamentos, de forma a alcançar os objetivos preconizados. A engenharia de manutenção é uma função da manutenção na qual se pode encontrar a gestão de ativos (Cardoso, 2017).

A gestão de ativos é definida na especificação PAS 55 (2008), como sendo, as *‘atividades sistemáticas e coordenadas, através das quais uma organização efetua uma gestão ótima e sustentável dos seus ativos e sistemas de ativos, seu desempenho, seus riscos e custos ao longo do ciclo de vida (período que compreende desde a conceção, o fabrico, a instalação e a exploração até ao seu fim), por forma a atingir o plano estratégico’*.

De acordo com Coelho (2015), a gestão de ativos para uma determinada organização é o conjunto de atividades associadas a:

- i. Adquirir os ativos;
- ii. Fornecer apoio logístico e de manutenção a sistemas de ativos;
- iii. Identificar quais os ativos necessários;
- iv. Identificar as necessidades de financiamento;
- v. Eliminar ou renovar os ativos.

Segundo Shahidehpour e Ferrero (2005), a gestão de ativos '*pode ser definida como um processo de maximização do retorno do investimento de um equipamento, através da maximização do desempenho e minimização do custo total do ciclo de vida do equipamento*'.

Nesse conjunto de definições, pode-se analisar previamente e concluir que, se verifica uma concordância geral nos seus fundamentos, existindo, contudo, pequenas variações em certos detalhes. No entanto, destaca-se a coerência ao nível da necessidade de uma gestão de ativos mais focada em boas práticas e numa aplicação técnico-financeira, tendo em conta o desempenho e os riscos associados, de modo a decidir quais os ativos mais importantes para o cumprimento dos objetivos da organização.

A gestão de ativos é a atividade coordenada de uma organização para produzir o valor dos ativos, que equilibra os benefícios de custos, riscos, oportunidades e desempenhos. Procura coordenar e otimizar os recursos e procedimentos a diversos níveis, garantindo a qualidade do serviço prestado, permitindo assim gerar valor. Do mesmo modo que a gestão de ativos tem como objetivo a realização dos benefícios do próprio ativo, deve ter igualmente em conta os custos dessa realização, como por exemplo os custos de substituição, que estão relacionados com a localização e proximidade com a cadeia de valor (Salvado et al, 2016) (ISO 55000, 2016).

De acordo com a Norma (ISO 55000, 2016), os benefícios da gestão de ativos podem incluir os seguintes:

- i. **A melhoria do desempenho financeiro:** melhorando o retorno dos investimentos e reduzindo custos, enquanto se conserva o valor dos ativos sem comprometer o cumprimento dos objetivos organizacionais de curto ou de longo prazo;
- ii. **Decisões fundamentadas de investimento em ativos:** permitindo à organização melhorar a tomada de decisão e a atingir de modo eficaz um equilíbrio entre custo, risco, oportunidade e desempenho;
- iii. **A gestão de risco:** reduzindo perdas financeiras, melhorando a saúde e segurança, a reputação e imagem, minimizando o impacto ambiental e social, podendo resultar numa redução de responsabilidades como prémios de seguros, multas e penalizações;
- iv. **A melhoria dos serviços e dos resultados:** assegurando o desempenho dos ativos, podendo conduzir à melhoria dos serviços ou dos produtos que, de forma consistente, correspondam ou excedam as expectativas dos clientes e das partes interessadas;
- v. **A demonstração de responsabilidade social:** melhorando a capacidade da organização para, por exemplo, reduzir emissões, preservar recursos e

- adaptar-se às alterações climáticas, permite-lhe demonstrar responsabilidade social e condução ética dos seus negócios e gestão;
- vi. **A demonstração da conformidade:** a transparência da conformidade para com os requisitos legais, estatutários e regulamentares, e o respeito pelas normas, políticas e processos de gestão de ativos, podem permitir uma demonstração da mesma conformidade;
 - vii. **A melhoria da reputação:** através da melhoria da satisfação dos clientes e da consciencialização e confiança das partes interessadas;
 - viii. **A melhoria da sustentabilidade da organização:** gerindo eficazmente os resultados, gastos e desempenho a curto e a longo prazo, pode-se melhorar a sustentabilidade operacional e da organização;
 - ix. **A melhoria da eficiência e da eficácia:** revendo e melhorando processos, procedimentos e desempenho dos ativos pode-se melhorar a eficiência e a eficácia, bem como o cumprimento dos objetivos da organização.

Contudo, a Norma (ISO 55000, 2016) também estabelece princípios fundamentais da gestão de ativos, entre os quais temos:

- i. **Valor:** os ativos existem para fornecer valor à organização e às partes interessadas;
- ii. **Alinhamento:** A gestão de ativos traduz os objetivos organizacionais em decisões técnicas e financeiras, em planos e em atividades;
- iii. **Liderança:** A liderança e a cultura empresariais são determinantes para a perceção e produção de valor;
- iv. **Garantia:** A gestão de ativos constitui a garantia de que os ativos assegurarão a sua função.

Quando se pretendem atingir os objetivos de forma segura, e dirigir, coordenar e controlar as atividades de gestão de ativos, implementa-se um conjunto de ferramentas (como políticas, planos, processos de negócio e sistemas de informação) que serão os sistemas de gestão de ativos (Figura 2.1).

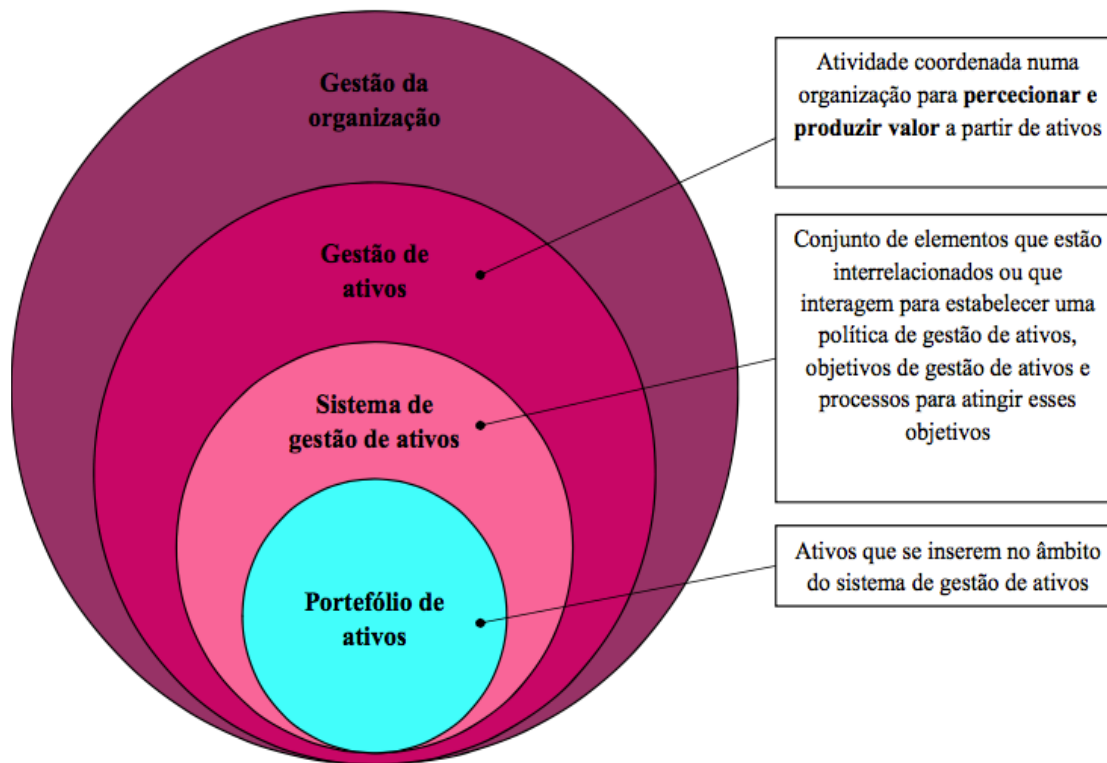


Figura 2.1 – Relação entre Sistema de Gestão de Ativos vs Gestão de Ativos (ISO 55000, 2016).

A gestão de topo pode ter uma compreensão da manutenção como um gasto, ao invés de a ver como um ponto lucrativo, o que pode prejudicar a aplicação destas normas. Desafios como a falta de compromisso da liderança nas políticas, o orçamento de manutenção vs melhoria de equipamentos, a deficiente cultura de melhoria contínua, a falta de vontade em mudar, os técnicos de manutenção não qualificados e a falta de compreensão do sistema ISO 55000, podem ser listados como os principais desafios para a implementação destas normas (Ihemegbulem & Baglee, 2016) (Amaral, 2016).

2.2 Normas ISO 55000: Gestão de Ativos

O conjunto de Normas ISO 55000 fornece uma estrutura padronizada para um sistema de gestão de ativos, permitindo a sua implementação, de forma clara, a uma organização. A norma é destinada aos envolvidos no estabelecimento, na implementação, na manutenção e na melhoria de um sistema de gestão de ativo numa organização, permitindo extrair valor dos seus ativos e também ajudar no fornecimento de informações sobre o planeamento, o projeto e a implementação. O público-alvo da norma é aquele que:

- i. Considera melhorar a percepção e produção do valor do conjunto dos seus ativos para a sua organização;

- ii. Se encontra envolvido no estabelecimento, na implementação, na manutenção e na melhoria de um sistema de gestão de ativos;
- iii. Se encontra envolvido no planeamento, no *design*, na implementação e na revisão das atividades de gestão de ativos, juntamente com os prestadores de serviços.

As Normas ISO 55000 correspondem a uma série de Normas Internacionais que contribuem para a implementação das melhores práticas na Gestão de Ativos, no seguimento da PAS 55, e são empregues para gerir, não só ativos físicos, como também qualquer tipo de ativo, em qualquer tipo de organização (Cardoso, 2017).

As normas relativas a gestão de ativos que expõem os requisitos para implementação de um Sistema de Gestão de Ativos, encontram-se subdivididas em:

- i. **ISO 55000:2014** - *Gestão de Ativos: Visão Geral, Princípios e Terminologia*;
- ii. **ISO 55001:2014** - *Sistemas de Gestão de Ativos – Requisitos*;
- iii. **ISO 55002:2014** - *Sistemas de Gestão de Ativos – Linhas de orientação para a aplicação da ISO 55001*.

A Norma (ISO 55000, 2016) define o Sistema de Gestão de Ativos como sendo um conjunto de elementos interrelacionados e interatuantes de uma organização, cuja função é estabelecer a política e os objetivos de gestão de ativos bem como os processos necessários para atingir esses objetivos.

O Sistema de Gestão de Ativos como todo o Sistema de Gestão baseia-se em conjuntos de elementos interrelacionados que pretendem atingir determinados objetivos. (ISO 55000, 2016):

- i. **Contexto da organização** – Pode ser interno ou externo: o contexto externo inclui a conjuntura social, cultural, económica e física, bem como as condicionantes regulamentares, financeiras e outras; o contexto interno inclui a cultura e o ambiente organizacionais, assim como a missão, a visão e os valores da organização;
- ii. **Liderança** - A gestão de topo é responsável pelo estabelecimento da política e dos objetivos da gestão de ativos, assegurando o seu alinhamento com os objetivos organizacionais; os líderes, aos diferentes níveis da organização, devem estar envolvidos no planeamento, na implementação e na operação do sistema de gestão de ativos;
- iii. **Planeamento** - O plano estratégico da gestão de ativos de uma organização deverá ser utilizado como um guia para a formulação dos objetivos de gestão de ativos e descrever o papel do sistema de gestão de ativos no cumprimento dos mesmos;

- iv. **Suporte** - O sistema de gestão de ativos irá requerer a colaboração entre numerosas áreas da organização; esta colaboração implica frequentemente a partilha de recursos; a coordenação desses recursos, a sua aplicação e a verificação e melhoria da sua utilização deverão constituir objetivos do sistema de gestão de ativos; deverá também promover a consciencialização sobre os objetivos da gestão de ativos em toda a organização;
- v. **Operacionalização** - O sistema de gestão de ativos da organização pode proporcionar a orientação, a implementação e o controlo das suas atividades de gestão de ativos, incluindo as que tenham sido subcontratadas; políticas de funcionamento, normas técnicas, planos e processos para a implementação dos planos de gestão de ativos deverão ser tidos em conta na conceção e na operação do sistema de gestão de ativos;
- vi. **Avaliação do desempenho** - A organização deverá avaliar o desempenho dos seus ativos ou sistema de ativos, da sua gestão de ativos e do seu sistema de gestão de ativos; as medidas de desempenho podem ser diretas ou indiretas, financeiras ou não financeiras;
- vii. **Melhoria** - A melhoria contínua é um conceito aplicável aos ativos, às atividades de gestão de ativos e ao sistema de gestão de ativos, incluindo as atividades ou processos que são subcontratados.

2.3 Tipos de Ativos

A norma classifica um ativo, como sendo, um bem, uma coisa ou uma entidade, que tem um valor potencial ou real para uma organização. O valor variará conforme as diferentes organizações e partes interessadas, e pode ser tangível ou intangível, financeiro ou não financeiro. O período compreendido entre a criação de um ativo e o fim da sua vida é designado pela vida de um ativo. A vida de um ativo poderá não coincidir com o período em que uma organização o tem á sua responsabilidade. Um ativo pode gerar para a organização durante a sua vida útil, um valor real ou potencial e o valor do ativo para uma organização pode mudar durante a sua vida. A organização pode optar por gerir os seus ativos de forma individual ou como um grupo (ISO 55000, 2016).

Determinados fatores como a natureza, o propósito da organização, o contexto operacional, as restrições financeiras, entre outros, influenciam os tipos de ativos que uma organização necessita para atingir os seus objetivos. Os ativos encontram-se divididos em diferentes tipos (Coelho, 2015):

- i. **Ativos financeiros**, que compreendem os lucros, os custos associados ao ciclo de vida, o valor dos ativos consoante o seu desempenho e as divisas;

- ii. **Ativos humanos**, que incluem a motivação, a comunicação, as responsabilidades, o conhecimento, a experiência, a competência e capacidade, a liderança e o trabalho em equipa;
- iii. **Ativos de informação**, que compreendem registos, desenhos, contratos, licenças, documentos legais e regulamentares e informação do nível de desempenho;
- iv. **Ativos intangíveis**, em que se incluem reputação, restrições morais e éticas e impacto social;
- v. **Ativos físicos**, que compreendem os edifícios, os veículos e a qualidade do produto.

Os ativos físicos representam apenas uma das cinco grandes categorias dos tipos de ativos que têm de ser geridos de forma holística e integrada, a fim de atingir o plano estratégico organizacional (Salvado et al., 2016). A PAS 55: 2008 define como ativos físicos *‘instalações, máquinas, imóveis, edifícios, veículos ou outros itens que apresentem um valor distinto para a organização’*.

De acordo com a PAS 55: 2008, os ativos podem ter duas classificações, os simples ou os complexos. Os os ativos simples não têm qualquer dependência operacional com outros ativos, enquanto os ativos complexos ou sistemas de ativos estão dependentes do funcionamento de outros equipamentos (Amaral, 2006).

2.4 Campos de Aplicação

O sistema de gestão de ativos pertence ao sistema de gestão de uma organização, sendo que, deverá integrar os seus objetivos organizacionais e os planos organizacionais. Entretanto, deverá incluir a política de gestão de ativos, os objetivos da gestão de ativos, o plano estratégico de gestão de ativos, culminando no(s) plano(s) de gestão de ativos implementado(s).

Para a aplicação de um sistema de Gestão de Ativos, devem-se seguir as linhas de orientação de aplicação da ISO 55001 que são referidas na ISO 55002.

Numa primeira abordagem, é necessário compreender a organização e o seu contexto (interno e externo), compreender as necessidades e as expectativas das partes interessadas (internas e externas), para se definirem posteriormente os objetivos organizacionais e os planos estratégicos.

A avaliação do contexto interno da organização inclui (ISO 55000, 2016):

- i. Os requisitos de gestão;
- ii. A estrutura, as funções, as responsabilidades e as autoridades da organização;
- iii. As políticas, os objetivos e as estratégias implementadas para os atingir;
- iv. As aptidões, entendidas em termos de recursos e de conhecimento;

- v. Os sistemas de informação, os fluxos de informação e os processos de tomada de decisão;
- vi. As relações com as partes interessadas internas e as suas perceções e valores;
- vii. A cultura da organização;
- viii. As normas, as orientações e os modelos adotados pela organização;
- ix. A forma e a abrangência das relações contratuais;
- x. Os planos de gestão do risco;
- xi. As práticas de gestão de ativos e outros sistemas de gestão, plano(s), processo(s) e procedimento(s).

Os critérios para a avaliação do contexto externo da organização devem ser: a conjuntura social, cultural, política, legal, regulatória, financeira, tecnológica, económica, concorrencial e ambiental, quer seja internacional, nacional, regional ou local; e ainda os fatores chave e as tendências com impacte nos objetivos da organização; as relações com as partes interessadas externas e as suas perceções e valores.

Na Norma ISO 55002, as partes internas interessadas são referidas como sendo:

- i. Colaboradores da organização;
- ii. Grupos da organização, ou seja, grupos funcionais (por exemplo: engenharia, contabilidade, manutenção, operação, compras, armazém, logística, etc.) ou outros grupos (por exemplo: responsáveis pela segurança);
- iii. Acionistas, órgãos de gestão e proprietários.

E as partes externas interessadas podem incluir:

- i. Clientes, utilizadores, fornecedores, prestadores de serviços e contratados;
- ii. Organizações não-governamentais, incluindo as da sociedade civil, organizações de consumidores e meios de comunicação com interesse em assuntos relacionados com gestão de ativos;
- iii. Organizações governamentais, agências governamentais, entidades reguladoras, e responsáveis políticos de todos os níveis da administração pública;
- iv. Investidores ou contribuintes.

Devem ser definidas as fronteiras no sistema de gestão de ativos para o estabelecimento do seu âmbito, de acordo com os resultados obtidos da revisão do contexto e das partes interessadas. O âmbito deverá considerar:

- i. Os ativos;
- ii. O(s) inventário(s) de ativos;
- iii. As suas fronteiras e interdependências;
- iv. As outras organizações que estão envolvidas no cumprimento dos requisitos do sistema de gestão de ativos da organização;

- v. O período de responsabilidade da organização, incluindo as suas responsabilidades após a operação ou utilização do ativo;
- vi. As interações com outras partes do sistema de gestão da organização.

O papel da gestão de topo (liderança) influencia positivamente a organização, pois aumenta a motivação de todas as pessoas envolvidas (*stakeholders*). A liderança deve designar um responsável pelo supervisionamento do desenvolvimento, da implementação, da operação e da melhoria contínua de um sistema de gestão de ativos. Devem-se definir ações para o tratamento dos riscos e das oportunidades para o sistema de gestão de ativos, com a utilização de um planeamento. O objetivo do planeamento é o de compreender a causa, o efeito e a probabilidade de ocorrência de riscos e geri-los de forma a atingir níveis aceitáveis e a proporcionar a rastreabilidade de auditoria da gestão dos riscos. Deste modo, a organização assegura que o sistema de gestão de ativos cumprirá com os objetivos estabelecidos, reduzindo os efeitos indesejáveis, identificando as oportunidades e atingindo a melhoria contínua.

A avaliação dos riscos é concebida através de critérios de avaliação de risco, como por exemplo, uma matriz de risco. A abordagem de gestão de riscos de um sistema de gestão de ativos deverá estar alinhada com a abordagem de gestão do risco de uma organização, podendo incluir o plano de continuidade de negócio e o plano de contingência. A organização deverá ter a capacidade de demonstrar como avaliou a eficácia das ações que tenha adotado para gerir os riscos identificados, relativamente aos objetivos organizacionais e aos critérios de tomada de decisão (Planeamento).

Os objetivos do plano estratégico da gestão de ativos devem ser guiados por um planeamento bem definido, de modo a atingi-los rapidamente e com menos complicações, e deverão ser ajustados para ir ao encontro das necessidades de cada organização. A organização deve considerar a informação de origem interna ou externa à organização, como contratados, principais fornecedores, reguladores ou outras partes interessadas.

Os objetivos para um bom planeamento de gestão de ativos deverão ser “SMART”, isto é: específicos (*Specific*), mensuráveis (*Measurable*), exequíveis (*Achievable*), realistas (*Realistic*) e limitados no tempo (*Time-bound*); podendo ser medidos de forma quantitativa (por exemplo: tempo médio entre falhas) e de forma qualitativa (por exemplo: satisfação do cliente).

A organização deve considerar a monitorização, a medição, a análise e a avaliação necessárias para direcionar e apoiar a sua tomada de decisão sobre ações de melhoria. Durante a determinação dos seus objetivos de gestão de ativos, a organização deverá:

- i. Proceder a uma revisão dos riscos, incluindo os impactes potenciais que derivam da falha dos ativos, ou atividades de gestão dos mesmos, para alcançar os objetivos da gestão de ativos, individualmente ou de forma combinada;
- ii. Rever a importância dos ativos relacionada com os resultados ou objetivos pretendidos, ou com os requisitos de produto ou de serviço;

- iii. Verificar a aplicabilidade dos objetivos de gestão de ativos durante o processo de planeamento da gestão de ativos.

A organização deve realizar um planeamento para alcançar os objetivos da gestão de ativo. Os objetivos do planeamento devem incluir alguns aspetos, como:

- i. O custo total de propriedade, o valor atual líquido e o retorno sobre o capital investido para a gestão de ativos;
- ii. O retorno do investimento, o retorno sobre o capital investido e o retorno do ativo para os portefólios de ativos;
- iii. A disponibilidade do sistema de ativos, o desempenho do sistema de ativo e o custo unitário do produto ou do serviço para os sistemas de ativos;
- iv. A fiabilidade (tempo médio/distância média entre falhas), a condição, desempenho ou índice do estado do ativo, os custos do ciclo de vida e o tempo de vida útil para os ativos.

Os planos com orientações e as expectativas para um ativo (simples ou complexo), devem definir as atividades que serão implementadas e os recursos que serão utilizados (objetivos organizacionais).

2.5 Avaliação de Desempenho

A prática da gestão total do ciclo de vida do ativo (ou TLAM - *Total Lifecycle Asset Management*) considera que as organizações devem analisar os seus ativos ao longo de todo o seu ciclo de vida, de modo a tomarem decisões e a poderem definir uma estratégia para a gestão de ativos. Para o efeito refere-se uma estrutura composta por oito fases do ciclo de vida do uso e planeamento, sendo consideradas informações da gestão financeira e dos aspetos tecnológicos (Coelho, 2015):

- i. **Estratégia de ativos:** Que faça sentido tanto para a classe dos ativos, como para requisitos das atividades da empresa; para avaliações de práticas da gestão de ativos; para o desenvolvimento de uma estratégia global da gestão de ativos e para um programa de medição com devidos indicadores de desempenho (KPI's);
- ii. **Planeamento:** Definição clara das metas a alcançar para os ativos, com padrões, políticas e procedimentos focados na execução da estratégia da gestão de ativos;
- iii. **Avaliação / Projeto:** Avaliação dos ativos aquando da sua compra ou projeto. As atividades nesta fase incluem o desenvolvimento de um modelo de avaliação do programa financeiro, que transmita informações sobre as decisões de compra; *Computer Aided Facilities Planning* – um *software* especial de

- planeamento de instalações pode ser utilizado para reduzir a complexidade da gestão de edifícios, armazenamento e plantas;
- iv. **Criação / Aquisição:** O ato de criar, a construção ou a aquisição de ativos planejados; esta fase pode ter um dos impactos mais visíveis, isto porque é a primeira fase onde se irá ter um investimento monetário significativo na gestão de ativos;
 - v. **Operação:** Operar os ativos de acordo com a estratégia previamente estabelecida usando padrões, políticas e procedimentos com *feedback* da TLAM;
 - vi. **Manutenção:** Preservar os ativos de acordo com a estratégia e metas usando os padrões, políticas e procedimentos com *feedback* da TLAM; os custos de manutenção ou recursos podem alterar descontroladamente o custo total de propriedade dos ativos, nomeadamente os custos de reparação pelo tempo de inatividade; novas práticas nesta área incluem a realização de *workshops* de melhoria de processos com uma equipa multidisciplinar (por exemplo, utilizadores e técnicos) e implementação de sistemas de *software*, o “Enterprise Asset Management” (EAM);
 - vii. **Modificação:** Alterar ativos quando necessário; garantir que as modificações são feitas com base na estratégia, políticas, procedimentos, etc.; algumas das decisões mais difíceis de alteração podem vir de ativos relacionados com as tecnologias de informação, onde mudanças de requisitos e opções evoluem rapidamente; algumas práticas incluem custo total do ciclo de vida e análise da melhoria do desempenho;
 - viii. **Abate / Alienação:** Processo de transferência ou liquidação de bens em conformidade com a estratégia, políticas e procedimentos; a eliminação pode ter implicações financeiras significativas, para além da substituição, alguns ativos têm custos ambientais ou regulamentares a considerar; outras estratégias de eliminação de ativos passam pela sua venda, outros programas focam-se em reutilizar partes de equipamentos, minimizando assim os custos da sua eliminação; a maneira como os ativos são eliminados é apenas o início desta tendência, pois as práticas verdes e amigas do ambiente são uma tendência a ter em conta em todas as fases do ciclo total de vida dos ativos.

2.6 Sistemas informáticos de Gestão de Ativos

A crescente complexidade das instalações e a responsabilidade associada à sua gestão, torna-se cada vez mais visível com a evolução tecnológica, deste modo foram desenvolvidas

novas tecnologias que apoiam esta causa. Vários sistemas de dados informáticos foram criados de modo a apoiarem a gestão de instalações, tais como (Rodas, 2015) (Gonçalves, 2014):

- i. EAM, *Enterprise Asset Management*. Envolve a gestão da manutenção de ativos físicos de uma organização durante todo o ciclo de vida de cada ativo. É usado para planear, otimizar, executar e rastrear as atividades de manutenção necessárias com as prioridades, habilidades, materiais, ferramentas e informações associadas. O *software* de gestão de ativos corporativos é um *software* de computador e também de telemóveis que lida com todos os aspetos da execução de obras;
- ii. CMMS, *Computerized Maintenance Management Systems*, ou GMAC, *Gestão da Manutenção Assistida por Computador*: Possibilita os intervenientes na gestão de instalação, de analisarem o estado das operações de manutenção dos seus ativos e os custos associados à realização dos mesmos. É um pacote de *software* que mantém uma base de dados de informações sobre as operações de manutenção de uma organização. Esta informação destina-se a ajudar os trabalhadores da manutenção a realizarem as suas tarefas com mais eficiência e a ajudar o gestor a tomar as decisões informadas. O CMMS possibilita aprimorar os trabalhos e avaliar a utilidade dos sistemas, de modo a preferir a manutenção corretiva a favor das atuações da manutenção preventiva, perante uma postura TPM (*Total Productive Maintenance*). Com a vantagem de o CMMS proporcionar um melhor desempenho na gestão de instalação, e atingir objetivos como: gestão dos recursos humanos; gestão económica; gestão de materiais e equipamentos; gestão das atividades de manutenção; e gestão da subcontratação de trabalhos;
- iii. IWMS, *Integrated Workplace Management System*: Permite agrupar e otimizar todos os processos envolvidos na gestão de instalações. É uma plataforma de *software* que ajuda as organizações a otimizar o uso de recursos no local de trabalho, incluindo a gestão do portfólio de imóveis, infraestrutura e ativos de instalações de uma empresa.

2.7 Nível de Maturidade

O IAM (*Institute of Asset Management*) veio possibilitar a compreensão da gestão de ativos, e ainda, conceder mecanismos de avaliação do grau de maturidade dos sistemas implementados nas organizações, sendo que as normas da série ISO 55000 introduziram o reconhecimento regularizado de um conjunto de boas práticas internacionais. Neste contexto, o desenvolvimento de *benchmarking* entre empresas do mesmo setor de atividade, ou mesmo

entre setores diferentes, considerando a partilha de enquadramentos comuns, é assegurado devido a metodologias do género adotadas (Coutinho, 2017).

Em 2008, o IAM introduziu uma metodologia de avaliação, a PAM (*PAS 55 Assessment Methodology*), que consiste num mecanismo constituído por uma série de perguntas para avaliação do grau de maturidade. Desde então, várias organizações adotaram este mecanismo, realizando uma autoavaliação para examinar as falhas no sistema, sem recorrer a ajuda ou consultoria externa, e analisando a maturidade da gestão de ativos na organização em conformidade com a PAS 55 (Tancredo, 2018).

Porém, o IAM deparou-se com a obrigação de atualizar esta ferramenta, com o desenvolvimento da norma ISO 55001. Assim, idealizou-se a metodologia de avaliação SAM (*Self-Assessment Methodology*), aplicável a setores distintos, que agrupa a PAS 55 com a ISO 55001, concedendo às organizações a possibilidade de avaliarem as suas competências em relação às exigências de ambas e podendo certificarem-se da que melhor se adequa ao seu caso (IAM, 2014).

De acordo com o IAM (2014), uma organização que realiza a avaliação sobre a sua gestão de ativos tenciona: i) deter uma melhor compreensão das boas práticas na gestão de ativos para ajudar na preparação de um programa de ação ou de melhoria; ii) quantificar as evidências empíricas de forma a facilitar a determinação do estado em que se encontra nesse dado momento; iii) ter uma base que permite construir planos de ação para lidar com as principais lacunas e para monitorizar o progresso ao longo do tempo, podendo assim comparar com outras organizações a capacidade da sua gestão de ativos (Coelho, 2015). Para a avaliação da maturidade, as organizações devem recorrer à subcontratação de um responsável experiente em gestão de ativos, apto a desempenhar tal função, para efetuar a avaliação com recursos internos ou a partir de recursos externos.

No entanto, antes de iniciar qualquer avaliação, a organização deve ter em conta os seguintes tópicos (IAM, 2014): i) decidir se a avaliação será feita segundo a PAS 55 ou segundo a ISO 55001; ii) nomear o responsável encarregue de todas as questões e tarefas sobre a avaliação, como: - organizar os colaboradores que irão responder a essas tarefas; - planear as recolhas de informações de modo a serem inseridas no programa; - relatar os resultados da avaliação à organização através de um relatório; iii) determinar o âmbito do sistema de gestão de ativos que se pretende avaliar; iv) considerar o formato onde se irá realizar a avaliação, sendo os principais formatos as entrevistas individuais ou em grupo; v) planear de forma apropriada as secções transversais, ou seja, secções influenciadas ou dependentes de outras, e se for caso disso os prestadores de serviços e as partes interessadas devem ser entrevistados durante o processo de avaliação; vi) considerar a amostragem de forma a englobar diferentes fases do ciclo de vida dos ativos e dos riscos associados; vii) comunicar de forma adequada e através de uma formação inicial para garantir que os colaboradores estão conscientes das funções que irão

desempenhar durante a avaliação; viii) identificar quais e quem deverá responder a determinadas questões; ix) conhecer as razões porque será feita a avaliação e como serão interpretados os dados finais; x) considerar outras avaliações, internas e externas, que já decorreram ou possam ainda estar a decorrer simultaneamente, visto que avaliar áreas que já foram examinadas como parte de outra auditoria poderá não ser apropriado.

O tempo estimado das entrevistas para a avaliação varia da seguinte forma: i) entrevista em grupo - o tempo necessário para concluir qual é a melhor resposta é de aproximadamente oito minutos por questão; ii) entrevista individual - o tempo necessário para conseguir uma resposta é de aproximadamente dois minutos e meio (Coelho, 2015).

Pode-se afirmar que o objetivo das metodologias de avaliação da maturidade do IAM, é o de auxiliar uma organização a realizar a sua própria avaliação, por forma a conhecer os pontos fortes e fracos, em conformidade com as exigências da PAS 55:2008 e da ISO 55001.

Apesar das diferentes metodologias estarem em conformidade entre si, tanto a PAM e a SAM apresentam escalas diferentes. O IAM (2014) estabelece que a **Escala de Maturidade da PAM** apresenta 5 níveis de maturidade (Figura 2.2), permitindo a organização compreender a conformidade com as 28 cláusulas da BSI PAS 55: 2008, estando estas ordenadas de acordo com os princípios do IIMM - *International Infrastructure Management Manual* (Manual de Infraestrutura de Gestão Internacional) (Viola, 2015).

Os níveis de maturidade da PAM são determinados numa escala de 0 e 4, não existindo um limite superior ao nível 4 previamente definido, ou seja, não há limite máximo para a excelência. Dentro deste contexto, uma organização pode atingir níveis mais elevados de maturidade de acordo com a conformidade da BSI PAS 55: 2008, através das práticas de melhoria contínua.

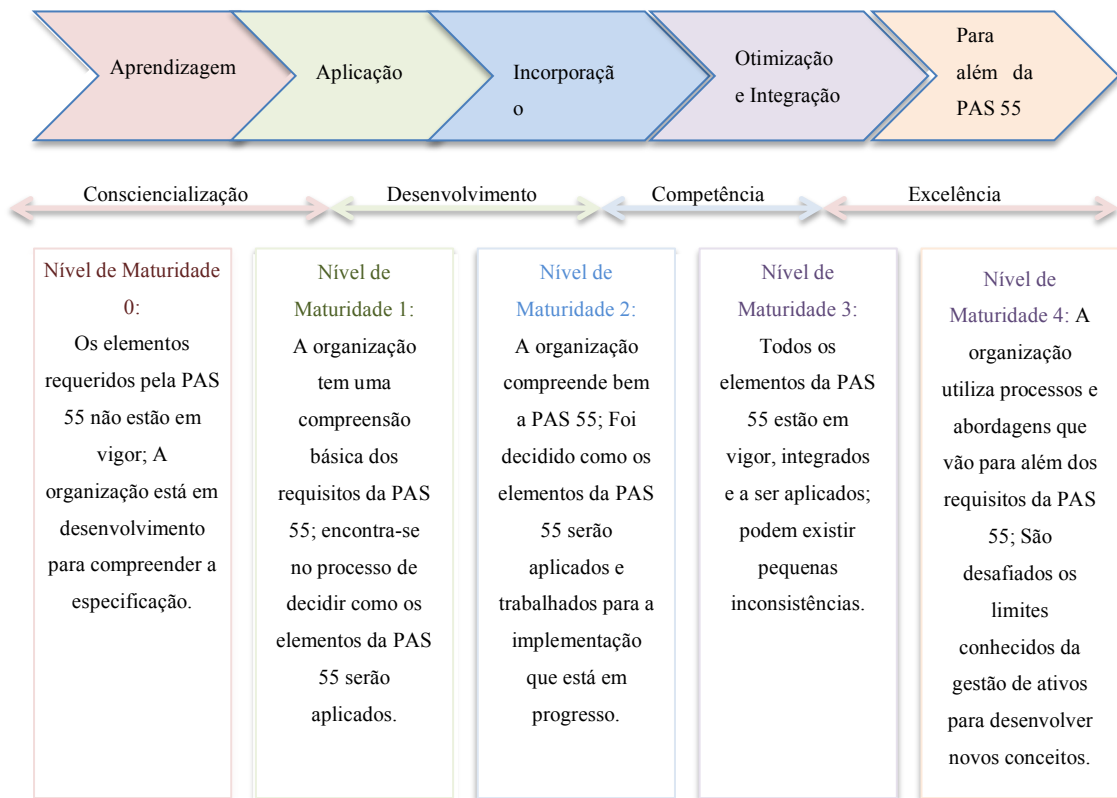


Figura 2.2 – Escala de Maturidade da BSI PAS 55, adaptado de (IAM, 2014).

A escala de maturidade apresenta-se de forma crescente para que a organização tome em consideração que o nível de maturidade 0 encontra-se alcançado, facilitando a coerente progressão de nível para nível, ou seja, assegurando que os objetivos estabelecidos pelos níveis anteriores encontram-se em conformidade para que se avance para os níveis posteriores (IAM, 2014).

De acordo com a metodologia de avaliação para a PAS 55, são apresentadas 121 perguntas abrangentes para cada um dos 28 requisitos da especificação, como podemos constatar no Quadro 2.1. Estas perguntas compreendem os seguintes elementos: i) cinco indicadores de resposta que descrevem os critérios de desempenho associados a cada nível de maturidade; ii) descrição do “porquê” da pergunta em questão; iii) descrição de “quem” deve ser capaz de responder à pergunta; iv) orientação de documentação adicional e evidências que poderiam ser revistas para auxiliar a avaliação do nível de maturidade da organização.

O grau de maturidade da organização é obtido de acordo com a correta avaliação de cada uma das perguntas, em conformidade com o BSI PAS 55: 2008.

Quadro 2.1 – Questões da PAM alinhadas com a BSI PAS 55, adaptado de (IAM, 2014):

Secção	Requisito	Título do Requisito	N.º de questões (por requisito)	Nº de questões (por secção)
4.1	4.1	Requisitos gerais	2	2
4.2	4.2	Política de gestão de ativos	6	6
4.3	4.3.1	Estratégia de gestão de ativos	10	27
	4.3.2	Objetivos da gestão de ativos	7	
	4.3.3	Plano(s) da gestão de ativos	7	
	4.3.4	Plano de contingência	3	
4.4	4.4.1	Estrutura, autoridade e responsabilidades	9	52
	4.4.2	Subcontratação de atividades de gestão de ativos	3	
	4.4.3	Formação, consciencialização e competência	5	
	4.4.4	Comunicação, participação e consultoria	6	
	4.4.5	Documentação do sistema de gestão de ativos	3	
	4.4.6	Gestão da Informação	7	
	4.4.7.1	Processos da gestão de riscos	2	
	4.4.7.2	Metodologia da gestão de riscos	4	
	4.4.7.3	Identificação e manutenção da informação de gestão de ativos	3	
	4.4.7.4	Utilização e manutenção da informação de gestão de ativos	4	
	4.4.8	Legislação e outros requisitos legais	3	
	4.4.9	Gestão de mudança	3	
4.5	4.5.1	Atividades no ciclo de vida	6	
	4.5.2	Ferramentas, instalações e equipamentos	1	
4.6	4.6.1	Desempenho e controlo de condição	4	22
	4.6.2	Investigação de falhas nos ativos, incidentes e não-conformidades	4	
	4.6.3	Avaliação de conformidade	1	
	4.6.4	Auditoria	5	
	4.6.5.1	Ações corretivas e preventivas	4	
	4.6.5.2	Melhoria contínua	3	
	4.6.6	Histórico	1	
4.7	4.7	Revisão de gestão	5	5
Total			121	121

A metodologia SAM foi desenvolvida para ser aplicada tanto na especificação PAS 55:2008 como na Norma ISO 55001. Para avaliação segundo a especificação

PAS 55:2008, a escala de maturidade cumpre os mesmos requisitos que a avaliação PAM. Nesta abordagem, pretende-se avaliar a conformidade segunda a Norma ISO 55001.

A aplicação da SAM, de acordo com a Norma ISO 55001, considera-se bastante limitada visto que a norma não sugere os requisitos necessários para evoluir-se na escala de maturidade. Deste modo, o questionário apenas indica as qualificações necessárias em termos dos requisitos da Norma ISO. Para resolver essa limitação, o Grupo de Maturidade do IAM criou uma escala de maturidade de modo a apresentar algumas características que uma organização deve desenvolver para que ultrapasse os requisitos da Norma ISO 55001.

As perguntas disponíveis na SAM, em conformidade com a norma ISO 55001, foram elaboradas para avaliar até ao nível de maturidade 3, sendo que, o nível de maturidade 4 e o 5 encontram-se compilados e são mencionados como "Para além de". A Figura 2.3 ilustra os distintos níveis de maturidade e as características que devem ser consideradas quando se procede a uma avaliação pela norma ISO 55001 (IAM, 2014).

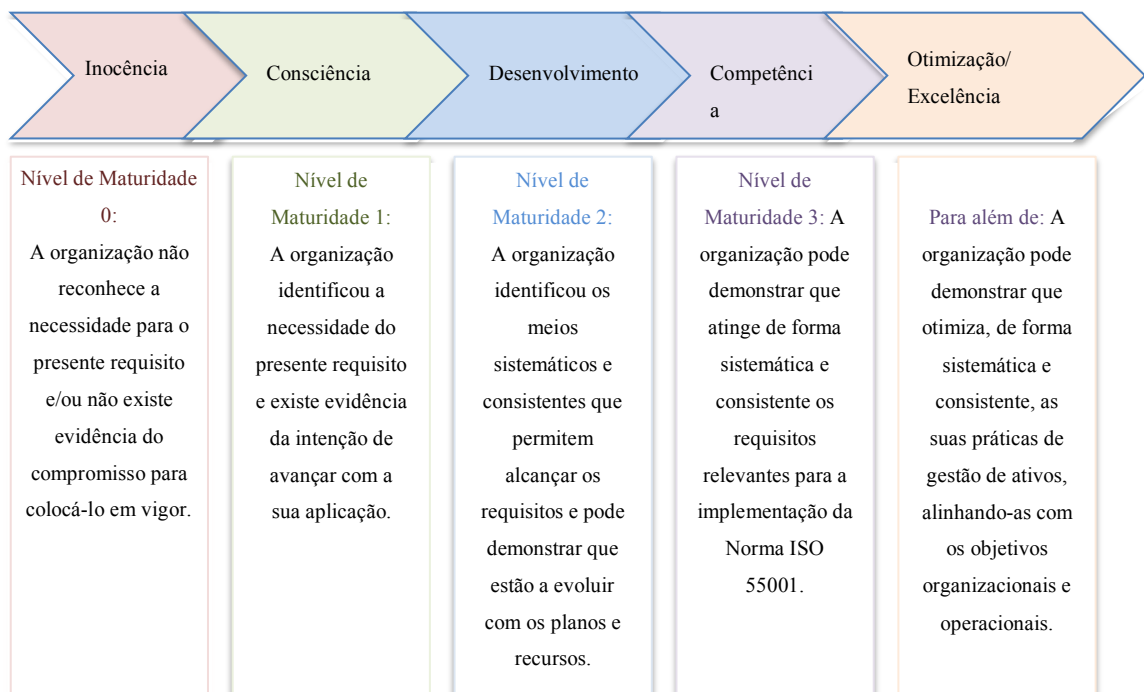


Figura 2.3 – Escala de Maturidade da ISO 55001, adaptado de (IAM, 2014).

O Quadro 2.2 apresenta os níveis de maturidade distintos, com as devidas descrições, definições e características de maturidade, para que se possa realizar a avaliação do nível de maturidade de forma devida.

Quadro 2.2 – Descrição, definição e características de Maturidade da ISO 55001, adaptado de (IAM, 2014):

Nível	Descrição	Definição	Caraterísticas de Maturidade
0	Inocência	A organização não reconhece a necessidade para o presente requisito e/ou não existe evidência do compromisso para colocá-lo em vigor.	
1	Consciência	A organização identificou a necessidade do presente requisito e existe evidência da intenção de avançar com a sua aplicação.	As propostas estão em desenvolvimento e alguns requisitos podem estar em vigor. Os processos são mal controlados e regressivos e o desempenho é imprevisível.
2	Desenvolvimento	A organização identificou os meios sistemáticos e consistentes que permitem alcançar os requisitos e pode demonstrar que estão a evoluir com os planos e os recursos disponíveis.	Os processos são planeados, documentados (quando necessário), aplicados e controlados a nível local ou dentro de departamentos funcionais; muitas vezes usados num modo reativo, mas podendo alcançar os resultados esperados numa base repetida. Os processos não estão suficientemente integrados e estão com limitada consistência ou coordenação em toda a organização. (Nota: este é um “estado de transição”)
3	Competência	A organização pode demonstrar que atinge de forma sistemática e consistente os requisitos relevantes para a implementação da norma ISO 55001.	Implica um documento formal de sistema de gestão de ativos agregado dentro da organização. O desempenho dos elementos do sistema de gestão de ativos é avaliado, revisto e continuamente melhorado de modo a atingir os objetivos da gestão de ativos.
4	Otimização	A organização pode demonstrar que otimiza, de forma sistemática e consistente, as suas práticas de gestão de ativo, alinhando-as com os objetivos organizacionais e operacionais.	Monitorização e quantificação do desempenho; tomadas de decisão eficientes; a inovação é um “modo de vida”, a melhoria continua pode ser amplamente demonstrada com evidência de resultados, o <i>benchmarking</i> é aplicado de modo a identificar as oportunidades de melhoria e o sistema de gestão é ainda mais integrado e eficaz. (Nota: este é o segundo “estado de transição”)

Quadro 2.2 – Descrição, definição e características de Maturidade da ISO 55001, adaptado de (IAM, 2014). (Continuação):

Nível	Descrição	Definição	Caraterísticas de Maturidade
5	Excelência	A organização pode demonstrar que emprega as melhores práticas e que maximiza a rentabilidade dos seus valores com a sua gestão de ativos, alinhando-as com os objetivos organizacionais e operacionais.	Estado dinâmico e de contexto sensível, onde as provas devem incluir demonstrações de consciência sobre posições de <i>benchmarking</i> contra as organizações no mesmo ou num nível superior. Também não existem melhorias conhecidas nos resultados da gestão de ativos (realização de valor) que já não tenham sido implementadas.

Como na avaliação do nível de maturidade pela especificação PAM, deve-se certificar que o nível de maturidade 0 encontra-se alcançado. Por isso, o IAM sugere que a avaliação se inicie considerando que a organização já ultrapassou o nível 0, prosseguindo assim sucessivamente.

De acordo com a Norma ISO 55001, o questionário da SAM apresenta 39 perguntas abrangentes para cada um dos seus 27 requisitos, como ilustrado no Quadro 2.3. Cada grupo de questões contém os mesmos elementos do questionário anterior, com a pequena diferença de que a organização obterá o grau de conformidade de acordo com a norma ISO 55001.

Quadro 2.3 – Questões da SAM alinhadas com a ISO 55001, adaptado de (IAM, 2014):

Secção	Requisito	Título do Requisito	N.º de questões (por requisito)	N.º de questões (por secção)
4	4.1	Compreender a organização e o seu contexto	2	8
	4.2	Compreender as necessidades e expectativas das partes interessadas	3	
	4.3	Determinar o âmbito do sistema de gestão de ativos	1	
	4.4	Sistema de gestão de ativos	2	
5	5.1	Liderança e compromisso	1	3
	5.2	Política	1	
	5.3	Regras organizacionais, responsabilidades e autoridade	1	
6	6.1	Ações para evitar riscos e oportunidades para o sistema de gestão de ativos	1	4
	6.2.1	Objetivos da gestão de ativos	1	
	6.2.2	Planeamento para atingir os objetivos da gestão de ativos	2	

Quadro 2.3 – Questões alinhadas com a ISO 55001, adaptado de (IAM, 2014). (Continuação):

Secção	Requisito	Título do Requisito	N.º de questões (por requisito)	N.º de questões (por secção)
7	7.1	Recursos	2	9
	7.2	Competência	1	
	7.3	Conscientização	1	
	7.4	Comunicação	1	
	7.5	Documentar informação geral	1	
	7.6.1	Requisitos de informação	1	
	7.6.2	Criar e atualizar documentos de informação	1	
	7.6.3	Controlo dos documentos de informação	1	
	8	8.1	Controlo e planeamento operacional	
8.2		Gestão de mudança	2	
8.3		Subcontratação	1	
9	9.1	Monitorização, medição, análise e avaliação	2	5
	9.2	Auditorias internas	1	
	9.3	Revisão da gestão	2	
10	10.1	Não-conformidades e ações corretivas	3	5
	10.2	Ações preventivas	1	
	10.3	Melhoria continua	1	
Total			39	39

3 METODOLOGIA BIM

3.1 Considerações Iniciais

O conceito BIM surgiu nos anos 70, citado nos livros do professor Eastman (criador de um dos livros essenciais do BIM “Handbook: A Guide To Building Information Modeling”). O termo *Building Model* apareceu pela primeira vez nos anos 80. Foi publicado em 1985 por Simon Ruffle e em 1986 por Robert Aish, com o RUCAPS *software* System, desenvolvido pela GMW Computers Ltd, sendo o primeiro programa que usou o conceito de fases temporárias para o processo de construção (*software* usado para o Aeroporto de Londres Heathrow – terminal 3) (Eastman et al., 2008).

Em 1987, foi desenvolvido o *software* ArchiCAD, um génio de programa que acabaria por definir o conceito BIM como é conhecido hoje, por Leonid Raiz e Gabor Bojár. Foi considerado o primeiro *software* BIM disponível para ser usado em um computador pessoal e apto para criar geometria, tanto em 2D como em 3D (ArchDaily, 2012).

O termo oficial de Building Information Model (BIM) apareceu pela primeira vez em 1992, por G.A. van Nederveen and F. P. Tolman. Tornou-se popular 10 anos mais tarde, em 2002, quando a Autodesk (empresa líder em *softwares* para a construção) comprou o *software* Revit e criou a versão BIM 4D, tendo assim iniciado a sua grande participação no desenvolvimento e expansão do BIM. Outros grandes fornecedores de *software* também começaram a afirmar o seu envolvimento no campo BIM, como a Bentley Systems, a Graphisoft, além de outras empresas do sector (ArchDaily, 2012).

Em 2003, Jerry Laiserin ajudou a popularizar e padronizar o termo usado pela Autodesk, "Building Information Modelling" como um nome comum para a representação digital do processo de construção (Aproplan, 2014).

3.2 Conceito

O Building Information Modelling (BIM) é um dos desenvolvimentos promissores na indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). De acordo com a tecnologia BIM, um determinado modelo virtual de um edifício é construído digitalmente, e após concluído, o modelo gerado contém geometrias precisas e dados relevantes para apoiar as atividades de construção, fabrico e aquisição necessárias para realizar o edifício (Eastman et al., 2008).

O BIM também acomoda muitas funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma construção (Figura 3.1), fornecendo a base para novas capacidades de construção e mudanças nas funções e relacionamentos entre a equipa do projeto. Quando implementado adequadamente, o BIM facilita o processo de construção mais integrado, o que resulta em edifícios de melhor qualidade, com menor custo e menor prazo de construção (Eastman, 2011).

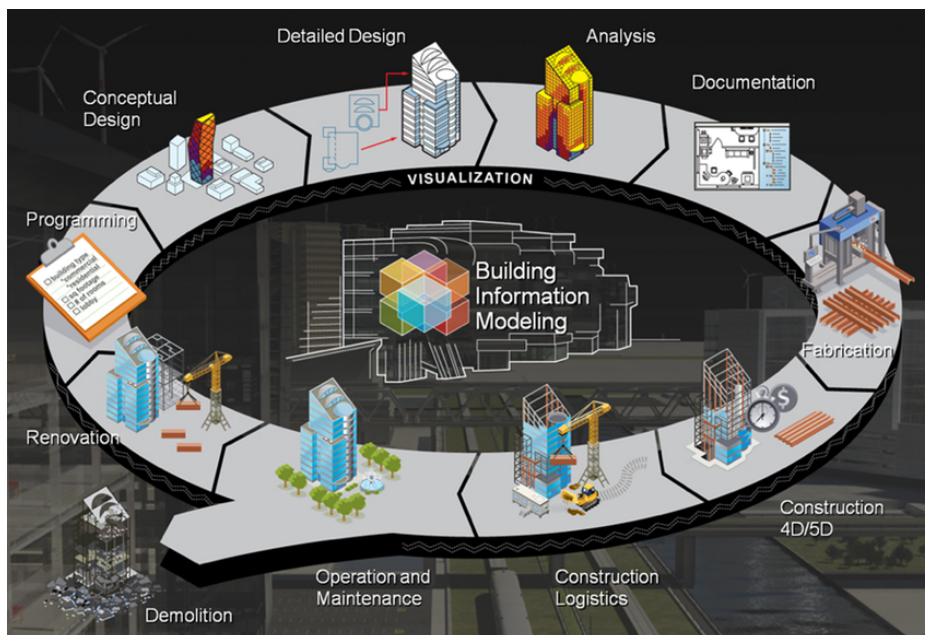


Figura 3.1 – Ciclo de vida dum edifício no processo BIM (Martins, 2017).

Pode-se definir o BIM como “*um sistema de livre partilha de informação, entre todos os intervenientes de um projeto, durante todo o ciclo de vida da construção. A sua aplicação tem como objetivo principal, proporcionar a sinergia entre os diferentes intervenientes, possibilitando a diminuição de erros e omissões, de incompatibilidades entre especialidades e ainda orçamentar, planear e gerir os trabalhos de forma mais eficiente, produtiva e rentável.*” (Cardoso et al., 2012).

O *National Building Information Model Standard Project Committee - United States*, define o BIM como “*uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação. Um modelo BIM é um recurso de conhecimento compartilhado para obter*

informações sobre uma instalação, formando uma base confiável para as decisões durante o seu ciclo de vida, desde a concepção inicial até a demolição.”.

Os processos de comunicação nos projetos de construção sempre foram baseados em documentação em papel e posteriormente em 2D CAD, sendo que, um dos problemas comuns desses tipos de comunicação é o elevado número de conflitos causados, como os erros e omissões, que geralmente causam custos imprevistos elevados, atrasos e eventuais processos judiciais entre as várias partes de uma equipa de projeto.

O BIM não é um sistema ou *software* mas sim uma metodologia criada de forma a resolver os grandes conflitos que surgem, sendo que ainda não existe um único *software* que atenda a todos os requisitos dessa metodologia ao mais alto nível de qualidade.

Quando se trata de BIM, tudo começa com um modelo digital 3D do edifício que se consubstancia em muito mais do que na simples geometria pura e em algumas texturas agradáveis projetadas para visualização. Um verdadeiro modelo BIM consiste na representação virtual das peças e componentes reais usadas para construir um edifício, sendo que os elementos considerados apresentam todas as características físicas e das suas componentes reais, sendo parametrizados tridimensionalmente. Os elementos inteligentes concretizam o protótipo digital dos elementos de construção física, como paredes, pilares, janelas, portas, escadas, etc. que nos permitem simular o edifício e entender o seu comportamento num ambiente de computador antes de começar a construção propriamente dita (Fernandes, 2013).

Os projetos modelados em BIM podem incluir os produtos e materiais reais que serão utilizados na sua construção, incorporando as suas geometrias, características e custos no modelo, bem como informações de contacto para adquiri-los depois de aprovados (ArchDaily, 2018).

Para os profissionais envolvidos num projeto o BIM permite que um modelo de informação virtual seja entregue da equipa de projeto (arquitetos, arquitetos paisagistas, engenheiros civis) para o empreiteiro principal e/ou subempreiteiro. Sendo que, se cada profissional adicionar dados específicos da sua especialidade ao modelo único partilhado, isso permitirá reduzir as perdas de informação que tradicionalmente ocorriam, quando uma nova equipa assumisse o controlo do modelo do projeto e introduzisse informação mais complexa para cada especialidade.

O *National BIM Standard* dos EUA promove os requisitos comerciais nos quais a interoperabilidade BIM se baseia: i) em representações digitais partilhadas; ii) em informações contidas em modelos que sejam interoperáveis (permitir trocas de computador para computador); iii) em padrões abertos. (National BIM Standard, 2015).

Para ser uma metodologia ou tecnologia BIM deve permitir alcançar determinadas características como: i) ser digital; ii) ser espacial (3D); iii) ser mensurável (de forma a medir: quantidade, dimensão, etc.); iv) ser abrangente (envolvendo a comunicação no projeto e o

aumento do desempenho, incluindo aspetos financeiros e sequencias de meios e métodos); v) ser acessível para toda a equipa do ciclo AECO (por meio de uma interface interoperável); vi) ser durável (utilizável durante todas as fases de uma instalação ou do seu ciclo de vida) (Eastman, 2011).

O BIM apresenta duas componentes muito importantes (Parreira, 2013): i) a primeira está ligada à construção de um modelo tridimensional com elementos parametrizados, que representam a realidade (física) dos componentes, as suas relações e outros dados não geométricos; ii) a segunda caracteriza-se pela sincronização, ou seja atualização automática em todo o modelo (seja em alçados, cortes, vistas 3D ou lista de quantidades), quando se altera uma das diferentes vistas do modelo, porque estas por sua vez resultam de apenas uma única fonte.

No entanto, existem muitas soluções que não podem ser consideradas BIM que incluem ferramentas que criam, por exemplo (Eastman et al., 2008): i) Modelos que contêm somente dados 3D e nenhum atributo de objeto, ou seja, modelos que só podem ser usados para visualizações gráficas e não têm inteligência no nível do objeto. São bons para visualização, mas não fornecem suporte para integração de dados e análise do projeto; ii) modelos sem suporte de comportamento, ou seja, modelos que definem objetos, mas não podem ajustar o seu posicionamento ou proporções porque não utilizam inteligência paramétrica. Isso torna as alterações extremamente trabalhosas e não oferece proteção contra a criação de visões inconsistentes ou imprecisas do modelo; iii) modelos que são compostos por vários arquivos de referência CAD 2D que devem ser combinados para definir o edifício. É impossível garantir que os modelos 3D resultantes sejam viáveis, consistentes, quantificáveis e exibam inteligência em relação aos objetos contidos neles; iv) modelos que permitem alterações de dimensões numa visualização que não são refletidas automaticamente nas outras visualizações. Isso permite erros no modelo que são difíceis de detetar.

A metodologia BIM pode suportar e melhorar significativamente muitas práticas no setor AECO, incluindo ao nível do *Facility Management*, quando comparada com o tradicional 2D CAD ou o papel. Apresenta diversos benefícios, para todos os intervenientes nos projetos, (Eastman, 2011), designadamente para o dono de obra, para os engenheiros e arquitetos, para construtores e fabricantes e após a construção.

No que se refere aos donos de obra registam-se como benefícios; i) o conceito, a viabilidade e benefícios do projeto; bem como ii) o melhor desempenho e qualidade de construção. Para engenheiros e arquitetos identificam-se como benefícios: i) visualizações prévias e mais precisas do projeto durante todo o ciclo de vida do mesmo; ii) correções automáticas até ao mais baixo nível, quando as alterações são feitas no projeto; iii) gerar desenhos 2D precisos e consistentes, em qualquer etapa do projeto; iv) colaboração prévia das múltiplas disciplinas do projeto; v) facilidade de verificação de intenções que prejudiquem o projeto; vi) extrair estimativas de custo durante ciclo de vida do projeto; vii) melhorar a

eficiência energética e a sustentabilidade. Relativamente aos construtores e fabricantes como benefícios são registados: i) a sincronização do projeto e planeamento da construção; ii) a descoberta dos erros e omissões antes da construção (detecção de incompatibilidades); iii) a rápida reação aos problemas do projeto (rápida resolução); iv) o uso do modelo do projeto como base para os fabricantes de componentes; v) a melhor implementação e técnica de construção. Após a construção os benefícios são: i) melhor gestão e operação das instalações; ii) integração entre sistemas de operações e gestão de instalações.

3.3 Diferença entre BIM e CAD

O BIM e o CAD representam duas abordagens fundamentalmente diferentes para a criação de projetos e documentação. As aplicações CAD (*Computer Aided Design*) imitam o tradicional processo “*paper & pencil*” (lápiz e papel), na medida em que desenhos eletrônicos bidimensionais são criados a partir de elementos gráficos 2D, como linhas, texto, etc. Desenhos CAD, como desenhos tradicionais em papel, são criados independentemente uns dos outros, portanto, as alterações de design precisam de ser acompanhadas e implementadas manualmente em cada desenho CAD.

As aplicações BIM (*Building Information Modelling*) imitam o processo de construção real, dado que em vez de criar desenhos a partir de linhas 2D, os edifícios são virtualmente modelados a partir de elementos de construção reais, como paredes, janelas, lajes e telhados, etc. Isto permite que os arquitetos projetem edifícios de maneira semelhante à sua construção.

Como todos os dados são armazenados no modelo de construção virtual central, as alterações de projeto são automaticamente acompanhadas em desenhos individuais gerados a partir do modelo. Com essa abordagem integrada, o BIM permite um processo de construção baseado em modelo de computador, servindo como base para projetos mais bem coordenados e oferecendo não apenas um aumento significativo de produtividade.

Embora a mudança do CAD para o BIM seja já justificada pelos benefícios alcançados durante a fase de projeto, o BIM oferece benefícios adicionais durante a construção e operação de edifícios.

3.4 Dimensões BIM

Até há bem pouco tempo os projetos tradicionais dependiam em grande parte de desenhos técnicos bidimensionais (como planos, elevações, seções, etc.). No entanto, os modelos BIM estendem-se muito para além de um simples aumento para as três principais dimensões espaciais (3D) (largura, altura e profundidade), com a inclusão de outras dimensões

como: i) o tempo na quarta dimensão (4D); ii) o custo na quinta dimensão (5D); iii) a sustentabilidade na sexta dimensão (6D); iv) a manutenção e gestão de ativos na sétima dimensão (7D). O modelo BIM, portanto, cobre mais do que apenas a geometria, cobrindo também relações espaciais, análises de luz, informações geográficas e quantidades e propriedades de componentes da construção (por exemplo, detalhes dos fabricantes). (Hamil, 2012)

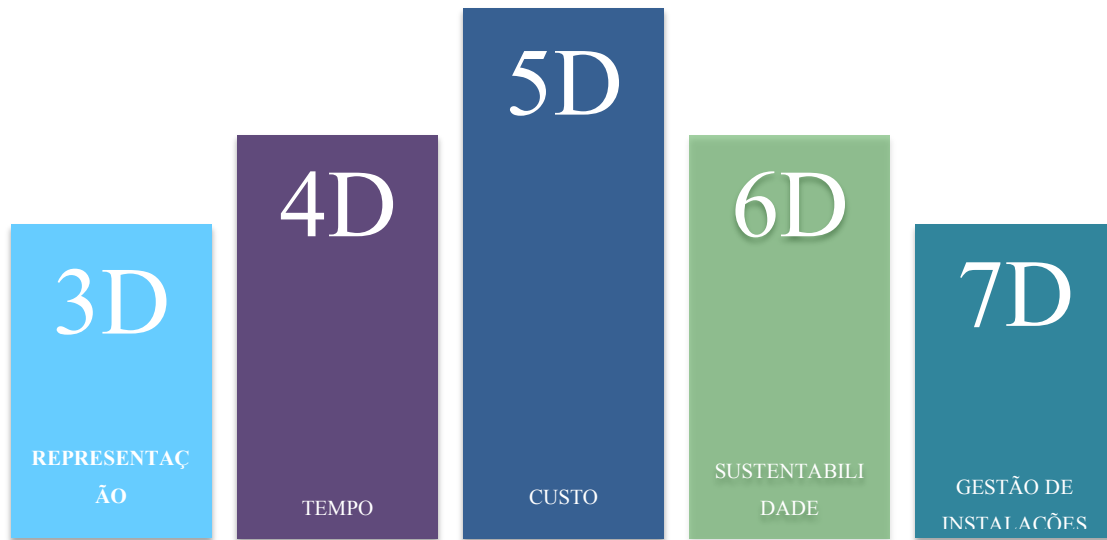


Figura 3.2 – Ciclo Dimensões BIM, adaptado de (NBS, 2017).

O BIM 3D (Modelo Colaborativo) é talvez o BIM com o qual há maior familiarização na atualidade. À medida que o ciclo de vida do projeto avança, essas informações tornam-se cada vez mais ricas em detalhes até o ponto em que os dados do projeto são entregues a um cliente na conclusão. Esta dimensão permite a visualização tridimensional, isto é, ver em tempo real as modificações feitas ao projeto, sendo que, as várias partes interessadas de um projeto, tais como arquitetos, engenheiros, construtores, fabricantes e proprietários, podem extrair e gerar pontos de vista e informações em torno de um modelo de dados integrados.

No BIM 4D (Tempo) as informações relacionadas com o tempo, para um elemento em particular, podem incluir informações sobre o tempo previsto, quanto tempo leva para instalar / construir, ou o tempo necessário para se tornar operacional. Com as informações de tempo registradas, consegue-se desenvolver um programa de projeto preciso. Com os dados ligados à representação gráfica de componentes / sistemas, torna-se fácil entender e consultar as informações do projeto e também é possível mostrar como a construção se desenvolverá, sequencialmente, ao longo do tempo, mostrando como uma estrutura aparecerá visualmente em cada estágio. A utilização da tecnologia BIM 4D pode resultar em melhor controle sobre a detecção de conflitos ou sobre a complexidade das mudanças que ocorrem durante o curso de um projeto de construção.

No BIM 5D (Custo) podem-se incluir os custos de capital (os custos de compra e instalação de um componente), os custos de operação associados e o custo de renovação / substituição ao longo da linha de produção. Esses cálculos podem ser feitos com base nos dados e nas informações associadas, vinculadas a componentes específicos dentro do modelo gráfico. As informações constantes desta dimensão permitem que os gestores de custos extrapolem facilmente as quantidades de um determinado componente num projeto, aplicando taxas a essas quantidades, alcançando assim um custo total para o desenvolvimento. Os benefícios de uma abordagem de cálculo de custos vinculada a um modelo incluem a capacidade de visualizar facilmente os custos no formulário 3D, obter notificações quando são feitas alterações e a contagem automática de componentes / sistemas associados a um projeto. Uma das vantagens de se extrapolar o custo a partir do modelo de informações é o facto de que os dados podem ser consultados a qualquer momento durante o desenvolvimento do projeto e as informações que alimentam os relatórios de custos são atualizadas regularmente.

O BIM 6D (Sustentabilidade) permite as análises sobre o consumo de energia, de forma mais completas e precisas no início do processo do projeto, e também a medição e a verificação durante o processo construtivo.

O BIM 7D (Manutenção) envolve a inclusão de informações para apoiar a gestão e a operação de instalações, com o objetivo de gerar melhores resultados de negócio. Esses dados podem incluir informações sobre o fabricante de um componente, a sua data de instalação, a manutenção necessária e os detalhes de como o item deve ser configurado e operado para o desempenho ideal, juntamente com dados de vida útil e desativação. Adicionar esse tipo de detalhes em qualquer modelo de informação permite que as decisões sejam tomadas durante o projeto. Com efeito, os projetistas podem explorar toda uma gama de permutações em todo o ciclo de vida de um ativo construído e obter rapidamente uma compreensão dos impactos, incluindo os custos. Para os gestores de instalações, apresenta uma grande vantagem, pois permite que façam o planeamento antecipado das atividades de manutenção, com anos de antecedência, e que desenvolvam perfis de gastos durante a vida útil de um ativo construído, de forma a trabalhar quando os reparos se tornam antieconómicos ou os sistemas existentes são ineficientes.

As dimensões do BIM são diferentes dos níveis de maturidade do BIM, referindo-se à maneira como determinados tipos de dados são vinculados a um modelo de informações (Figura 3.2) (NBS, 2017):

3.5 Níveis de Maturidade

Quando da aplicação da metodologia BIM, identificam-se, para além do Nível 0, três níveis de maturidade, que se baseiam tanto no nível de tecnologia usada na modelação do

projeto, como também no nível colaborativo usada no processo (NBS, 2014). Os níveis de maturidade identificados na literatura (Figura 3.3) são: i) nível 0; ii) nível 1; iii) nível 2; iv) nível 3.

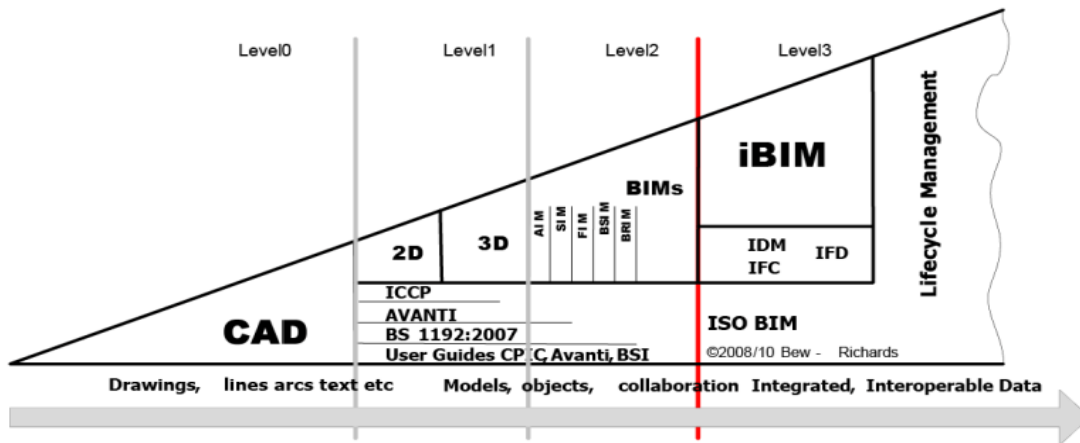


Figura 3.3 – Níveis de Maturidade (Parreira, 2013).

O Nível 0 (Sem BIM, Baixa Colaboração, CAD) baseia-se no processo tradicional de troca de informação da forma mais simples. Significa efetivamente sem colaboração, não se usa o BIM. Usam-se somente esboços de CAD 2D (linhas, círculos, texto, etc.), principalmente para Informações de Produção. Os desenhos são compartilhados e distribuídos por via de impressões eletrônicas, em papel, ou uma mistura de ambos. Como a indústria da construção encontra-se mais avançada, este processo deixou de ser muito usado. Por exemplo: Prática tradicional, desenhos e detalhes 2D, falta de interoperabilidade, fluxo de trabalho baseado em documentação, etc.

Atualmente muitas organizações encontram-se no Nível 1 (Colaboração Parcial, 2D-3D). O Nível 1 baseia-se no uso de formatos 2D no *Computer Aided Design* (CAD) para a apresentação de documentos e informações de equipamentos e o uso de formatos 3D para a concepção dos projetos. Alguns projetistas usam ferramentas BIM para automatizar ainda mais o processo de geração de desenhos, modelos e cronogramas. Depois de superarem a curva de aprendizagem e criarem uma biblioteca de modelos, eles entregam a documentação necessária com mais eficiência, especialmente a relacionada com alterações e modificações. O modelo não é apenas composto por linhas, tal como acontece no CAD, mas por objetos que contenham informações precisas e que, caso haja uma alteração no modelo, são capazes de se ajustarem em tamanho e em localização. Por exemplo: Modelação baseada em objetos, modelação 3D, automação de detalhes, extração de quantitativos e visualizações 3D.

O Nível 2 (Colaboração Total, 4D-5D) distingue-se pelo trabalho colaborativo em que todas as partes usam os seus próprios modelos CAD 3D, mas não trabalham necessariamente num único modelo compartilhado. A colaboração apresenta-se na forma de como a informação

é trocada entre diferentes partes - e é o aspeto crucial deste nível. As informações de projeto são compartilhadas por meio de um formato de arquivo comum, que permite que qualquer organização possa combinar esses dados com os seus próprios para criar um modelo BIM federado e realizar verificações interrogativas sobre ele. É ligado à biblioteca pessoal, e podem ser feitas comparações para estimativas de custo e tempo e das informações. Portanto, qualquer *software* CAD que cada parte utilizasse deve ser capaz de exportar para um dos formatos de arquivo mais comuns, como IFC (*Industry Foundation Class*) ou COBie (*Construction Operations Building Information Exchange*). Por exemplo: Colaboração baseada em modelo, partilha de informações e intercâmbio entre disciplinas, uso do BIM 4D (tempo) e do BIM 5D (custo), detecção de conflitos entre disciplinas, análises, etc.

O Nível 3 (Integração Total, Open BIM, 6D) representa uma colaboração completa entre todas as disciplinas, por meio do uso de um único modelo de projeto compartilhado, que é mantido num repositório centralizado. A ideia é que no Nível 3 toda a informação seja partilhada entre equipas e seja atualizada periodicamente com o desenvolvimento da obra. Deste modo eliminam-se os riscos de projetos conflituosos. Todas as partes podem aceder e modificar esse mesmo modelo, e o benefício é que ele remove a camada final de risco de informações conflitantes, isto é conhecido como "Open BIM". O atual nervosismo no setor em torno de questões como direitos de autoria e responsabilidades deve ser resolvido - o primeiro por meio de robustos documentos de compromisso e permissões de autoria / leitura / gravação do *software*, e o segundo por rotas de aquisição de risco compartilhado, como parcerias. Por exemplo: Prática integrada, modelo multidimensional, análises complexas em etapas iniciais, envolvendo sustentabilidade, custo, comunicação sincronizada, colaboração através de servidor, etc.

O openBIM é uma iniciativa conjunta da buildingSMART e de vários fornecedores líderes de *software* que usam o modelo buildingSMART Data Model. O openBIM é uma abordagem universal para o projeto colaborativo, a realização e a operação de edifícios com base em padrões abertos e fluxos de trabalho. Suporta um fluxo de trabalho transparente e aberto, permitindo que os membros do projeto participem independentemente das ferramentas de *software* que usam. Para além disso, cria uma linguagem comum para processos amplamente referenciados, permitindo que a indústria e o governo adquiram projetos com envolvimento comercial transparente, avaliação comparável de serviços e garantia de qualidade de dados. Fornece ainda dados de projeto permanentes para uso em todo o ciclo de vida do ativo, evitando múltiplas entradas dos mesmos dados e erros consequenciais.

A buildingSMART, antiga Aliança Internacional para Interoperabilidade (IAI), é uma organização internacional que visa melhorar as trocas de informações entre *softwares* usados na indústria da construção. Esta entidade desenvolveu as *Industry Foundation*

Classes (IFC) como uma especificação neutra e aberta para os Building Information Models (BIM) (buildingSMART, 2014).

3.6 Níveis de Desenvolvimento

Relativamente ao nível de desenvolvimento ou LOD (*Level of Development*), o Instituto Americano de Arquitetos (AIA) definiu cinco níveis de desenvolvimento (LOD 100 a LOD 500), para organizar as etapas do desenvolvimento de um empreendimento em BIM e identificar a quantidade de detalhes que um dado modelo BIM pode conter.

Os LOD são uma estrutura que concretiza o desenvolvimento dos objetos por níveis, tendo por base o LOG (*Level of Geometry* – consiste na descrição pelo nível geométrico) e o LOI (*Level of Information* – consiste na descrição pelo nível de informação), que descrevem toda a informação de um objeto e os seus requisitos recorrendo ao sistema de classificação da Uniclass 2015 (Cardoso et al., 2012) (Martins, 2017) (Figura 3.4): i) LOD 100 - Modelo Conceptual (Conceptual); ii) LOD 200 - Modelo de geometria aproximada (*Approximate Geometry*); iii) LOD 300 - Modelo de geometria mais precisa (Precise Geometry); iv) LOD 400 - Modelo de fabrico (Fabrication); v) LOD 500 - Telas Finais (As-built).



Figura 3.4 – Níveis de Desenvolvimento (LOD) (Gomes, 2017).

- i. LOD 100 ou Modelo Conceptual (*Conceptual*). O elemento do modelo pode ser representado graficamente por símbolo, através de uma representação genérica, mas desde que não satisfaça os requisitos do LOD 200. A informação está relacionada apenas com as várias massas do edifício. Por exemplo, oferecer uma estimativa de custo inicial;
- ii. LOD 200 ou Modelo de geometria aproximada (*Approximate Geometry*). O elemento do modelo pode ser representado graficamente como uma reprodução esquemática genérica. O seu objetivo final é de estimar aproximações do tamanho, forma, quantidade, orientações e localizações. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos que constituem o modelo;

- iii. LOD 300 ou Modelo de geometria mais precisa (*Precise Geometry*). Um determinado elemento específico é possível extrair desenhos de construções, podendo ser usados também para simulações detalhadas dos elementos previstos;
- iv. LOD 400 ou Modelo de fabrico (*Fabrication*). O elemento encontra-se no modelo com capacidades suficientes para fabricação e montagem e já dispõe de informações sobre a sua instalação. Este LOD é indicado para ser utilizado por empreiteiros durante o processo construtivo, o qual contém informações precisas sobre geometria, localizações e quantidades;
- v. LOD 500 ou Telas Finais (*As-built*). Corresponde ao último dos níveis de representação, reproduz o modelo final tal e qual foi construído. O modelo é configurado para ser armazenado numa base de dados central para integração em sistemas e operações de manutenção.

Para definir as características dos objetos e incluir a informação e o seu uso efetivo foram criados os LOD (*Levels of Definitions*), que descrevem a informação, geometria, comportamento e apresentação dos objetos BIM, para permitir consistência, eficiência e interoperabilidade em toda a indústria da construção (Gomes, 2017).

3.7 Interoperabilidade

A interoperabilidade retrata a necessidade de passar dados entre aplicações, de forma a permitir que vários tipos de especialistas e *softwares* contribuam para o trabalho em questão, ou seja, permite que dois ou mais sistemas troquem informações entre si. É considerada uma das principais características do BIM, pois elimina a necessidade de replicar a entrada de dados que já foi gerada e facilita a fluidez dos fluxos de trabalho e automatização (Eastman et al., 2008).

Segundo Hamil (2012), a interoperabilidade pode-se dividir em três níveis (Figura 3.5): i) A interoperabilidade entre *softwares* do mesmo fornecedor. Este tipo de interoperabilidade é muito mais simples e apresenta várias vantagens em termos de coordenação e planeamento de projeto, na deteção de erros e conflitos entre os vários intervenientes do projeto, sendo que ocorre quando o *software* utilizado por esses é proveniente do mesmo fornecedor; ii) a interoperabilidade entre softwares de diferentes fornecedores. Este tipo de interoperabilidade é um pouco mais significativo, pois os *softwares* utilizados entre os vários intervenientes do projeto são provenientes de diferentes fornecedores. A grande vantagem deste tipo de interoperabilidade é que facilita a coordenação da informação e o planeamento de projeto, permitindo ainda uma redução significativa do número de erros e conflitos; iii) a interoperabilidade através de normas abertas de dados (open data standards). Este tipo de

interoperabilidade é feito através de normas abertas de dados, ou seja o open data standards. Normas que definem onde a informação deve estar para ser exibida ou transferida entre diferentes *softwares* e aplicações, facilitando os fluxos de trabalho. Neste sentido, a buildingSMART desenvolveu os três grandes pilares da interoperabilidade, que dependem e interagem entre si (Rodas, 2015): i) IFC que representa o modelo de dados; ii) IFD funciona como dicionário; iii) IDM que representa o manual de entrega da informação (Figura 3.5).

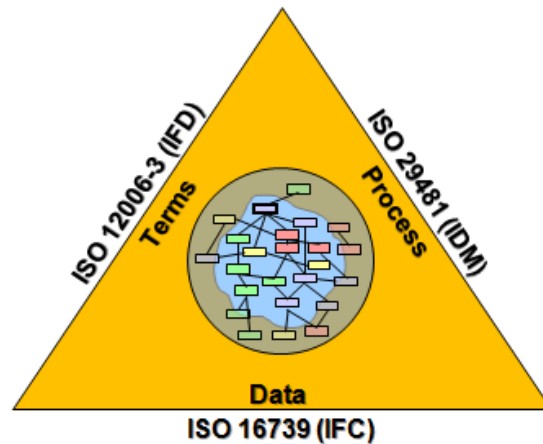


Figura 3.5 – Modelo de interoperabilidade, os três pilares (BuildingSMART, 2016).

O IFC (Industry Foundation Classes) é um modelo de dados, desenvolvido pela buildingSMART, para facilitar a interoperabilidade, ou seja, a troca de informação ao longo do projeto de construção, de uma forma fiável e segura, no setor de arquitetura, engenharia, construção e operação (AECO). O IFC é definido pela Norma ISO 16739:2013 para a partilha de dados na indústria da construção e na gestão de edifícios e apresenta-se como a principal especificação de interoperabilidade. Os seus benefícios são de melhorar a produção, a comunicação, a qualidade e o tempo de entrega e de reduzir significativamente as perdas de informações (Cardoso et al., 2012). O processo de interoperabilidade utilizando o IFC é o seguinte: aos dados extraídos da base de dados da fonte são-lhe atribuídos parâmetros IFC presentes no conversor, sendo os mesmos guardados num formato neutro; de seguida a base de dados do recetor capta esses dados em IFC e volta a convertê-los de modo a tornarem-se interpretáveis pelo modelo recetor (Rodas, 2015). O IFC determina o estado como a informação do modelo (geometria, cálculo, quantidades, preços) necessita de ser fornecida/armazenada no decorrer de todas as fases do ciclo de vida de projetos BIM. Neste contexto, o seu objetivo principal fundamenta-se na transmissão e reutilização de informação para dimensionamento do projeto; na troca e partilha de informação entre aplicativos; na coordenação interdisciplinar de modelos de informação de edifícios (Cardoso et al., 2012).

O IFD (*International Framework for Dictionaries*) também desenvolvido pela buildingSMART, funciona como um dicionário (desenvolvido pela ISO 12006-3), ou seja uma biblioteca de terminologias de auxílio à utilização do IFC, onde são definidos vocabulários a

utilizar numa perspetiva integradora de todo o ciclo de vida do edifício (Fernandes, 2013). O IFD é mais especificamente comparado como sendo uma biblioteca aberta derivada de padrões internacionalmente aceites, onde permite a flexibilidade entre um modelo BIM baseado em formato IFC e as variadas bases de dados (Rodas, 2015). Trata-se de uma biblioteca aberta e de referência, que para além de traduzir em diferentes línguas distintas, define vocabulários de modo a evitar incertezas e conflitos de designação, de forma aprimorar e a suportar a interoperabilidade na indústria AEC. Por exemplo, a palavra *dør* em Norueguês traduz-se para *door* em inglês, é na realidade usada para definir o conjunto aro-porta, que em inglês se traduz por *door-set*, ou seja, conclui-se que são ligados a palavras por relações. (Fernandes, 2013)

O IDM (Information Delivery Manual) é um manual de entrega de informação, que define quando é necessária a utilização de uma informação específica durante a construção do projeto, e detalha qual a informação que os arquitetos, engenheiros e construtores, entre outros precisam de desenvolver num momento específico, de modo que haja entendimentos entre todos os intervenientes do processo (Cardoso et al., 2012). Tem como objetivo normalizar e especificar os processos e fluxos de informação quando certos tipos de informação são necessários durante a construção ou operação de ativos. (Fernandes, 2013). Como exemplo, regista-se que durante a fase inicial o arquiteto precisa da segurança que a informação irá receber do engenheiro acerca dos elementos da construção é adequada e suficiente para o desenvolvimento do projeto, do mesmo modo que o projetista necessita de receber informações sobre a função de cada espaço, com o objetivo de determinar os casos de carga a considerar no modelo estrutural. Uma outra relação é com o agrupamento da informação fundamental às atividades associadas com as estimativas de custo, com o volume de materiais envolvidos e a programação do fluxo de trabalho (Fernandes, 2013).

Os MVD (*Model View Definition*) são desenvolvidos também pela buildingSMART, e representam requisitos de *software* necessários para o cumprimento das necessidades da partilha de dados quando é implementada um IFC (atributos, conjuntos de propriedades, relações paramétricas, classes, definições de quantidade, etc.). Sendo assim, um subconjunto definido do esquema de dados que necessitam de serem suportados para se desenvolver uma aplicação que suporte o IFC (Cardoso et al., 2012). Um MVD pode ser criado de acordo com os parâmetros seguintes: i) Formato. O tipo de dados que são capturados pelo sistema de informação e a forma como esses dados são estruturados; ii) Conteúdo. O tipo de informação que deve ser associada a um determinado caso de uso; iii) Processo. Os perfis e as responsabilidades das diferentes partes envolvidas; iv) Ferramentas. São utilizadas para criar o conteúdo dos modelos (Fernandes, 2013).

3.8 Softwares BIM

Como referido anteriormente, o BIM não se trata de um *software* mas sim de uma metodologia, com diversas cláusulas ou seja padrões específicos. Deste modo, várias empresas líderes mundiais em *softwares* de construção, foram criando ferramentas comerciais, com tais padrões específicos, que são os *softwares* BIM (Quadro 3.1), cujos mais divulgados e utilizados se descrevem de forma sucinta em seguida

Quadro 3.1 – *Softwares* BIM por especialidades:

Especialidades	Designação comercial
Arquitetura	Autodesk Revit Architecture
	Graphisoft ArchiCAD
	Bentley Architecture
	CADSoft Envisioneer
Estruturas	Autodesk Revit Structure
	Bentley Structural Modeler
	CypeCAD
	Autodesk Robot Structural Analysis
MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing)	Autodesk Revit MEP
	Bentley Hevacomp Mechanical Designer
	CADMEP (CADduct / CADmech)
Construção	Autodesk Navisworks
	Vico Office Suite
	Bentley ConstruSim
	Tekla BIMSight
Sustentabilidade	Autodesk Ecotec Analysis
	Graphisoft EcoDesignr
	Bentley Hevacomp
	DesignBuilder
Gestão de Instalações	EcoDomus
	Autodesk
	Graphisoft
	Bentley Systems
	Tekla

- i. Autodesk Revit: é o *software* mais intuitivo e de fácil aprendizagem construído pela Autodesk, concedido especificamente para incluir a tecnologia BIM, de forma a auxiliar os profissionais da construção a projetar, construir e a manter edifícios. Permite a interoperabilidade, ou seja, é possível partilhar os ficheiros com os vários utilizadores. Possibilita

uma maior qualidade e maior eficiência energética dos edifícios. A Autodesk desenvolveu vários aplicativos dentro do Revit de forma a combinar os vários intervenientes do projeto neste programa, como o Autodesk Revit Architecture, Autodesk Revit Structure e Autodesk Revit MEP. Apresenta as seguintes funcionalidades (Oliveira, 2016): i) Associatividade bidirecional – as alterações em qualquer parte do projeto são refletidas no modelo que é automaticamente atualizado; ii) Componentes paramétricos – componentes de construção reais que permite trabalhar com mais pormenor e exatidão; iii) Tabelas – tabelas precisas e utilizando informação do modelo atualizada; iv) Pormenores – permite criar, editar e partilhar bibliotecas de pormenores para um melhor alinhamento com as normas; v) Colaboração – permite o trabalho simultâneo no mesmo projeto e a partilha através do Revit Server; vi) Visualização de projetos – comunica com clareza o objetivo do projeto com as ferramentas de “renderização” integradas; vii) Interoperabilidade – importa, exporta e associa os seus dados aos formatos mais relevantes sector, incluindo o DWGTM, DXFTM, DGN e o IFC. É o programa BIM mais utilizado a nível mundial, e escolhido para o desenvolvimento dessa dissertação (A. Cardoso et al., 2012).

- ii. ArchiCAD da Graphisoft: é um *software* de arquitetura BIM CAD que durante todo o processo construtivo possibilita a combinação das especialidades engenharia e arquitetura. Originalmente pertencia a Apple Macintosh, sendo o primeiro CAD com geometria paramétrica a 3D. Hoje em dia, encontra-se disponível em duas versões, uma para MAC e outra para Windows. Considerado como o primeiro *software* BIM a ser comercializado, é muito utilizado nas empresas de arquitetura europeia. (Oliveira, 2016).
- iii. Autodesk Navisworks: é um *software* criado também pela conhecida Autodesk, com características semelhantes aos descritos anteriormente, mas que possibilita um maior desempenho na gestão e simulação de obra.
- iv. Bentley Architecture: é um *software* BIM que possibilita arquitetos e designers de combinarem os seus respectivos projetos com outras especialidades técnicas da construção.

3.9 COBie

O *COBie* (Construction Operations Building Information Exchange) corresponde a especificações relacionadas com informações de gestão de ativos de uma instalação. É um formato de dados para a publicação de um subconjunto de modelos de informações de construção (BIM) com foco no fornecimento de dados de ativos, distintos das informações geométricas.

Em junho de 2007, Bill East, do United States Army Corps of Engineers, criou o primeiro ficheiro piloto *COBie*. Estas especificações encontram-se associadas ao Building Information Modelling (BIM), de forma a ligar o setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) com a gestão de ativos em serviço. Um arquivo *COBie* não é de forma alguma um BIM completo, mas contém conteúdo estruturado de todos os membros da equipe de construção e de muitos modelos de informações (NBS, 2017).

O Comitê de Manutenção e Operações do Instituto Nacional de Ciências da Construção formou uma equipa de projeto representando arquitetos, construtores, proprietários, gestores e empresas de *software* para identificar os requisitos para as trocas de informações necessárias durante a construção para a entrega das operações.

Entre 2005 e 2009, o *COBie* passou de uma ideia inicial para um padrão internacionalmente reconhecido implementado em *software* comercial em todo o mundo. O projeto *COBie* foi liderado pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Engenharia, Laboratório de Pesquisa de Engenharia de Construção - um laboratório do Exército dos EUA, Corpo de Engenheiros (NIBS, 2016).

Em dezembro de 2011, foi aprovado pelo Instituto Nacional de Ciências da Construção, com sede nos EUA, como parte de seu padrão National Building Information Model (NBIMS-US). Em setembro de 2014, foi emitida a primeira norma relativa ao *COBie*, como norma britânica: "*BS 1192-4: 2014 Collaborative production of information Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie - Code of practice*".

O *COBie* pode ser visualizado em *software* de projeto, construção e manutenção, bem como em folhas de cálculo simples, IFC e ifcXML. Essa versatilidade permite que o *COBie* seja usado em todos os projetos, independentemente do tamanho e da sofisticação tecnológica. Os principais objetivos inerentes à utilização do *COBie* são (The *COBie* Guide v05, 2013):

- i. Estrutura simples de armazenamento, de modo a facilitar a troca ou recuperação da informação.
- ii. Independentemente do volume da obra é implementável;
- iii. Melhora a qualidade da informação necessária à equipa de manutenção e operação para que possa ser usada de forma eficaz, e reduz ou elimina os custos associados.

- iv. Fornecer um formato simples que promova a troca de informação em tempo real entre o projeto e os contratos de construção a serem entregues.

A especificação COBie identifica o conteúdo das informações que devem ser registadas e trocadas em cada fase do projeto para começar a reduzir o desperdício associado ao processo atual do papel. O projetista é obrigado a fornecer o *layout* do espaço, a lista de sistemas, os tipos de equipamentos e a localização do equipamento nomeado. O construtor adiciona a marca, o modelo e o número de série do equipamento e fornece informações sobre o fabricante, a garantia e as peças de reposição. O gestor fornece os dados do plano de trabalho com ferramentas associadas, treinamento e requisitos de equipamento. (NBS, 2017)

As entregas do projeto COBie devem refletir os dados sobre os ativos programados identificados nas entregas de associadas. Como os recursos programados aparecem nos desenhos, nos cronogramas de projeto, o guia COBie identifica o requisito mínimo para os cabeçalhos da tabela de cronograma.

Os resultados finais da construção COBie devem refletir as atualizações dos ativos projetados e incluir informações de construção e gestão consistentes com aquelas já produzidas em formatos baseados em papel. Algumas considerações importantes incluem: i) um único arquivo COBie deve ser criado para cada edifício individual; ii) projetos com vários edifícios devem ter um arquivo COBie separado para cada edifício; iii) todas as informações relacionadas ao COBie devem ter nomes exclusivos. (BimTools, 2017)

Os grandes clientes públicos gerem diferentes tipos de instalações em vários campos. No COBie isto é conseguido através do uso de vários tipos diferentes de Classificação que são “códigos de categoria” de diferentes tipos utilizados no COBie.

O COBie inclui dezanove folhas de trabalho, que se ilustram de uma forma esquemática, na Figura 3.6 e no Quadro 3.2:

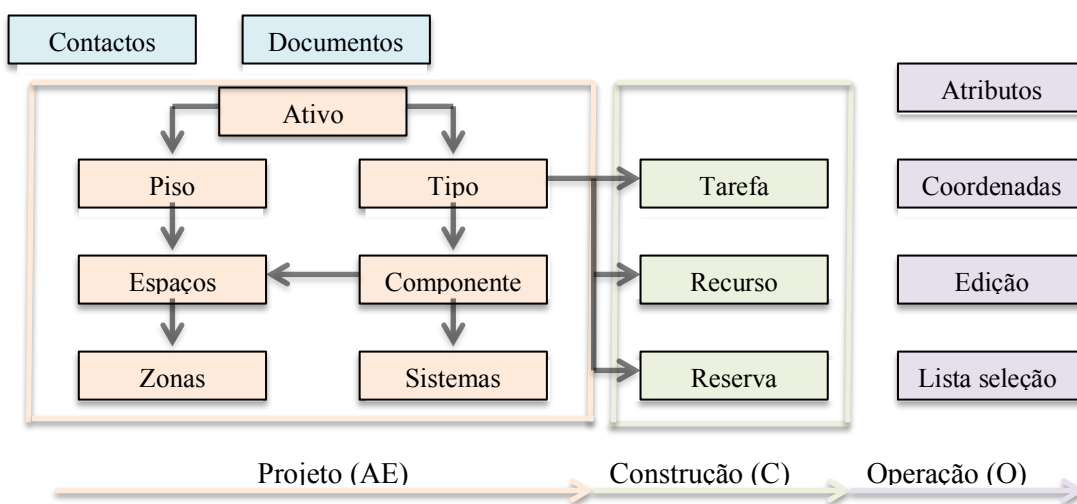


Figura 3.6 – Interligação entre as folhas de calculo COBie, adaptado de (Salvado at al, 2016).

Quadro 3.2 – Descrição das funções específicas – COBie, adaptado de (Salvado et al, 2016):

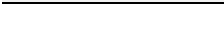
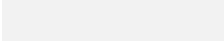

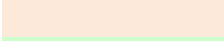



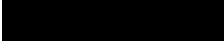
Folhas de Cálculo	Descrição – Funções específicas
Contactos	Listagem dos responsáveis pelo projeto bem como os contactos de fornecedores e fabricantes de equipamentos;
Ativo	Descrição da instalação em estudo, incluindo o nome do projeto, localização, função, entre outros;
Piso	Descrição de todos os pisos da instalação;
Espaços	Um COBie.Space só pode ser listado uma vez para um determinado tipo de zona. Um COBie.Space pode, no entanto, fazer parte de vários tipos de zonas. Descrição de todos os espaços/salas criadas no projeto;
Zonas	Os edifícios contêm grupos de espaços que, quando conectados, fornecem recursos específicos ao proprietário. A folha de cálculo COBie.Zone foi projetada para identificar os espaços que compõem uma determinada zona;
Tipo	Cada tipo de equipamento ou mobiliário instalado é detalhado, referindo o seu fabricante, número do modelo, garantia, cor, custo de substituição, entre outros;
Componente	Um COBie.Component só pode ser listado uma vez para um determinado tipo de sistema. Um COBie.Component pode, no entanto, fazer parte de vários tipos de sistemas. Os elementos detalhados na folha tipo podem estar instalados em vários lugares e existirem em elevado número;
Sistema	Os edifícios contêm grupos de componentes que quando conectados, fornecem serviços específicos necessários. A folha de cálculo COBie.System foi projetada para identificar os componentes que compõem um determinado sistema. Em geral, os sistemas devem ser identificados pelo serviço de construção. Os subsistemas, se necessários, devem ser identificados usando uma convenção de nomenclatura aprovada pelo proprietário. Anotação de todos os sistemas criados no modelo BIM, com respetiva categoria e os componentes que os constituem;
Montagem	Os dados registados em componentes e tipo podem ser agregados para facilitar as suas configurações;
Conexões	Ligações existentes entre os diversos componentes;
Reserva	Listadas as peças sobresselentes existentes no local;
Recursos	Aqui são referidos os materiais, ferramentas e formação necessária;
Tarefa	Enumera a listagem de procedimentos relacionados com a operação da instalação;
Impacto	Descritos os impactos económicos, ambientais e sociais durante as diferentes fases do ciclo de vida do empreendimento;
Documentos	Documentos referentes a garantias, manuais de operação e manutenção do empreendimento e dos equipamentos instalados;
Atributos	Requisitos específicos para um determinado espaço, piso ou componente;
Coordenadas	Coordenadas dos elementos do empreendimento;
Edição	Agrega questões referentes à obra;

Quadro 3.2 – Descrição das funções específicas – COBie, adaptado de (Salvado et al, 2016) (continuação)

Folhas de Cálculo	Descrição – Funções específicas
Listas de Seleção	Apresentadas várias listas de seleção, onde são abrangidas as opções de preenchimento de diversos campos ao longo das folhas de trabalho COBie, disponibilizando várias colunas com listagens de unidades de medida, tipos de recursos, classificações OmniClass, entre outros.

As folhas de cálculo apresentam um código de cores específico para facilitar a sua utilização e transmissão da informação (Quadro 3.3) (Gamboa, 2015):

Quadro 3.3 – Código de Cores – COBie, adaptado de (Gamboa, 2015):

Cores	Descrição
	Branco – informação não requerida para determinada fase;
	Cinza – informação secundária;
	Amarelo – informação requerida numa determinada fase;
	Laranja – informação proveniente de outra folha de cálculo;
	Verde – informação a preencher se requerida pelo Dono de Obra;
	Violeta – informação proveniente do software utilizado;
	Azul – acrescenta informação complementar caso necessário;
	Preto – para assinalar folhas de trabalho que não são preenchidas devido a não ter sido requisitada essa informação no contrato.

O método de classificação padrão usado no COBie caso nenhum outro método seja especificado é a OmniClass. Os modelos COBie exigem um único conjunto padrão de unidades de medida para medidas lineares, de área e volumétricas. Os projetistas devem designar as unidades de medida necessárias para seus projetos para aprovação do proprietário antes de iniciar o projeto. Todas as outras disciplinas devem usar as mesmas unidades de medida definidas pelo projetista (BimTools, 2017).

4 CASO DE ESTUDO

4.1 Considerações Iniciais

No presente caso de estudo pretende-se abordar a metodologia BIM na Gestão de Ativos, bem como avaliar se os objetivos traçados são devidamente atingido, da aplicação a uma unidade operativa laboratorial para ensaios hidráulicos (UOLEH).

A importância de eliminar ou minimizar os possíveis prejuízos causados por avarias, falhas ou má gestão dos ativos, conduzem a necessidade de intervenção de forma planeada nas ações de gestão, controlo e manutenção dos mesmos. Por forma a melhorar compreensão e organização do caso de estudo, dividiu-se o trabalho em três fases distintas: i) Recolha de informação relativamente a instalação e os seus componentes (ativos físicos); ii) criação de um modelo de gestão de ativos; iii) modelação da instalação no *software* Revit2018 (com toda a informação incluída); iv) extração de todos os ativos físicos da instalação, nas folhas de cálculo COBie.

4.2 Descrição do Caso de Estudo

A instalação considerada para implementação da metodologia BIM na Gestão de Ativos é uma unidade operativa laboratorial para ensaios hidráulicos (UOLEH), situada em Lisboa, pertencente a uma instituição de investigação.

A UOLEH (Figura 4.1) dispõe de uma área de 6500 m², ocupado essencialmente por tanques e canais para ensaios em modelos físicos, distribuídos por 3 zonas (A, B e C), conforme ilustrado nas Figuras 4.2 a 4.4 e descrito no Quadro 4.1.



Figura 4.1 – Pavilhão de hidráulica marítima.

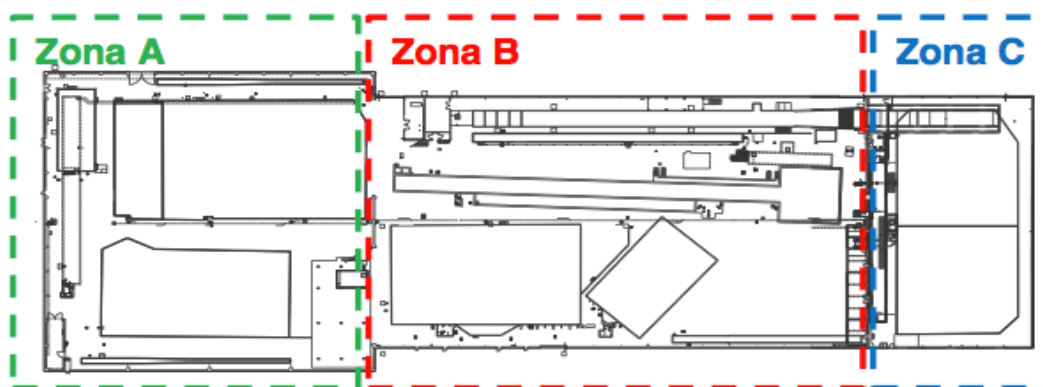


Figura 4.2 – Planta da instalação de hidráulica marítima com as suas 3 zonas.

Quadro 4.1 – Classificação dos espaços e zonas na instalação estudada:

Zonas	Zona A	Zona B	Zona C
Espaços	-Canal de ondas irregulares 1	-Canal de inclinação variável 1	-Tanque 5
	-Canal de ondas irregulares 2	-Canal de inclinação variável 2	-Tanque 6
	-Tanque 1	-Canal de inclinação variável 3	-Escritório 5
	-Tanque 2	-Canal de ondas irregulares 3	-Escritório 6
	-Escritório 1	-Canal de ondas irregulares 4	
	-Escritório 2	-Canal de ondas irregulares 5	
		-Tanque 3	
		-Tanque 4	
		-Escritório 3	
		-Escritório 4	
		-Depósito	
		-Poço 1	
		-Poço 2	
		-Poço 3	



Figura 4.3 – Tanque de Ondas Irregulares.



Figura 4.4 – Canais de Ondas Irregulares.

Os ativos considerados correspondem aos ativos físicos dos componentes da instalação. Deste modo, afigura-se como uma parte muito significativa do desenvolvimento do trabalho a descrição e elaboração de um plano de gestão de ativos baseado nas Normas 55000 bem como um modelo aplicado à instalação em causa, que visa dar importância à manutenção, controlo e avaliação dos componentes e equipamentos da mesma. Com a intervenção perspectivada, a unidade pretende melhorar os problemas relativos à organização, do controlo dos seus serviços e conhecimento dos seus ativos.

Na UOLEH realizam-se estudos nos mais diversos domínios, conforme apresentado no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Ensaios hidráulicos efetuados na instalação em estudo:

Tipos de ensaios hidráulicos	Descrição dos tipos de ensaios hidráulicos
Caracterização da agitação marítima:	-Previsão da agitação marítima; -Modelação estocástica da agitação marítima; -Simulação da agitação marítima; -Propagação e deformação da agitação marítima (refração, difração, reflexão); -Agitação no interior dos portos; -Ressonância portuária; -Ondas de longo período.
Comportamento hidráulico-estrutural de infraestruturas portuárias, de proteção costeira e de estruturas submarinas:	-Estabilidade e galgamento de quebra-mares; -Estabilidade e galgamento de estruturas aderentes de proteção costeira; -Estabilidade de estruturas submarinas; -Inspeção e diagnóstico de estruturas semi-submersas.
Comportamento de navios nos acessos aos portos e em situações de acostagem:	-Simulação de navegação e zonas costeiras e nos canais de acesso aos portos; -Dinâmica dos navios amarrados.
Gestão do risco em infraestruturas marítimas, riscos considerados:	-Risco de inundação de zonas costeiras protegidas por estruturas; -Risco em portos associados: às estruturas portuárias, as atividades de carga e descarga, à navegação e aos navios amarrados; -Riscos em estruturas costeiras, emissários submarinos e tomadas de água para dessalinação.
OSOM – Observação sistemática de obras marítimas:	-Inspeção visual de quebra-mares com obtenção de fotografias sistemáticas; -Inspeção através de fotografia aérea com veículos aéreos não tripulados (VAT ou drones); -Interface e BD ANOSOM_SIG, para consulta online da informação sobre as obras marítimas; -Aplicação (App) multi-plataforma para consulta da BD ANOSOM_SIG e auxílio nas campanhas de monitorização.

As infraestruturas experimentais principais são as apresentadas nos Quadros 4.3 e 4.4.

Quadro 4.3 – Canais de ondas:

Canal de ondas irregulares	Comprimento (m)	Largura máxima (m)	Largura mínima (m)	Localização no PHM
COI 1	49,60	1,60	-	Zona B
COI 2*	82,65	11 (no alargamento	3 (na secção corrente)	Zona B
COI 3	38,50	1,80	0,88	Zona A

*O COI 2 possui uma secção corrente (3 m largura e 71,15 m de comprimento) e uma secção alargada (11 m de largura e 11,5 m de comprimento) que permite a realização de ensaios de estabilidade tridimensionais, dispondo ainda de 1 plataforma rolante com grua.

Quadro 4.4 – Tanques de ondas:

Tanques de ondas irregulares	Dimensões aproximadas (m)	Área aproximada (m ²)	Profundidade (m)	Localização no PHM
2**	9 x 24	112	0,50	Zona A
3**	24 x 37	888	0,50	Zona A
4	18 x 35	616	0,50	Zona A
5	20 x 35	699	0,75	Zona B
6	22 x 23	503	0,50	Zona C
7	22 x 22	478	0,50	Zona C

** Por estarem contíguos no mesmo espaço, as áreas dos tanques 2 e 3 poderão ser adaptadas às necessidades dos ensaios aí decorridos.

Nos canais realizam-se estudos bidimensionais de estabilidade e galgamentos enquanto nos tanques se realizam estudos tridimensionais de estabilidade e de agitação.

Nos ensaios tridimensionais é reproduzida a linha de costa da zona em estudo, a batimetria e a geometria das obras, de modo a simular o melhor possível os fatores intervenientes nas características da agitação reproduzidas.

Nos ensaios bidimensionais reproduz-se apenas um trecho (secção transversal) da obra em estudo, sendo construídos e explorados em canais de ondas irregulares. Em ambos os casos, o objetivo dos ensaios é a análise do comportamento hidráulico e/ou estrutural, face à ação da agitação marítima.

Os ensaios em modelo físico (tridimensionais ou bidimensionais) podem ainda ser classificados segundo os seus objetivos. Poderão classificar-se em: i) ensaios de estabilidade; ii) ensaios de galgamento; iii) ensaios de agitação; iv) ensaios de pressão. Os Ensaios de Estabilidade têm como finalidade avaliar as quedas e os movimentos do manto resistente (blocos artificiais e/ou enrocamento) para cada troço da estrutura em estudo, quando sujeita à agitação marítima incidente. Os Ensaios de galgamento contemplam a qualificação visual dos galgamentos e a respetiva atribuição do grau do critério de classificação de galgamentos em uso na instalação. Nos Ensaios de agitação é feita a aquisição dos dados das sondas colocadas nos locais onde se pretende estudar a agitação marítima. Os Ensaios de pressão têm como finalidade avaliar as pressões exercidas pela agitação marítima sobre determinados pontos da estrutura, através da utilização de sensores de pressão.

Para executar os ensaios nestes tanques a UOLEH, dispõe de cinco (5) geradores de ondas, três de grandes dimensões e dois de dimensões mais pequenas, que podem ser instalados nos diversos tanques, possibilitando a realização de quatro (5) ensaios tridimensionais em simultâneo. Para melhor esclarecimento, estes geradores serão designados por “Gerador Grande 1”, “Gerador Grande 2”, “Gerador Grande 3”, “Gerador Pequeno A” e “Gerador Pequeno B” (Quadro 4.5).

Quadro 4.5 – Características dos Geradores existentes na instalação:

Geradores	Batedor	Altura (m)	Comprimento (m)	Atuador
Gerador grande 1 Gerador grande 2	-Pá única	1,32	6,00	-Servo eletro-hidráulico; -Marca: MTS; -Potência dos motores: 2 motores de 100CV e 1 de 40CV; -Curso máximo (m): 1,20.
Gerador grande 3	-Pá única	1,32	6,00	-Servo eletro-hidráulico; -Marca: MOOG; -Potência dos motores: 1 motor de 40,55CV; -Curso máximo (m): 1,20.
Gerador A Gerador B	-Pá única	0,70	6,00	-Servo eletro-hidráulico; -Marca: Keelavite; -Potência dos motores: 2 motores de 22KW; Gama de período (s): 0,2 – 3,0; -Curso máximo (m): 0,40.

O pavilhão de ensaios dispõe também de uma Central de Medidas para comando centralizado de todos os canais e tanques de ondas irregulares e para recepção dos sinais provenientes dos modelos (sondas resistivas, sensores de forças e de movimentos, vídeo, intercomunicadores). A Central de Medidas dispõe do pacote de *software* “SAM”, o qual permite a utilização de um conjunto alargado de métodos de caracterização e simulação numérica e física assim como o processamento da agitação marítima proveniente dos canais ou tanques.

A UOLEH é dotada de vários equipamentos que possibilitam a realização dos seus diversos ensaios de investigação, para pesquisas e análises hidráulicas, tais como: i) válvulas; ii) bombas; iii) depósitos; iv) tubagens; v) geradores; vi) botoneiras; vii) poços.

Tendo em conta que as válvulas são o dispositivo mais frequente entre os equipamentos, são dentre os mesmos aquelas que são abordadas mais detalhadamente. As válvulas estabelecem, interrompem ou regulam a circulação dos líquidos nas tubagens, podendo ser roscadas, flangeadas, para soldar ou para intercalar entre flanges (Cardoso, 2017), podendo ser divididas em cinco classes distintas (Quadro 4.6).

Quadro 4.6 – Tipos de válvulas, adaptado de (Cardoso, 2017):

Válvula	Descrição
Válvulas de isolamento	Estabelecem ou interrompem a circulação do líquido, deste modo devem apenas funcionar totalmente abertas ou fechadas, caso contrário, introduzem uma elevada perda de carga.
Válvulas de regulação	Permitem o regulamento do caudal do líquido que escorre, de forma ao obturador ser colocado em qualquer posição.
Válvulas de retenção	Somente possibilitam a passagem do líquido num sentido, fechando-se automaticamente sempre que haja tendência para a circulação no sentido oposto.
Válvulas limitadoras de pressão a montante	São automaticamente abertas sempre que a pressão a montante atinge um certo valor.
Válvulas reguladores de pressão a jusante	Abrem e fecham automaticamente de modo a manter a pressão a jusante tanto quanto possível dentro de um certo valor.

4.3 Estruturação de Plano de Gestão de Ativos segundo a Norma ISO 55001

O sistema de gestão de ativos constitui parte integrante do sistema de gestão da organização e tem uma estrutura pré-definida. O âmbito de um sistema de gestão de ativos de uma organização e os resultados das suas atividades de gestão de ativos deverão ser utilizados para estabelecer a abordagem que permite o cumprimento dos seus objetivos organizacionais e do plano organizacional.

Os objetivos organizacionais determinam o contexto global e a orientação das atividades da organização, incluindo as que se referem à gestão de ativos. São geralmente formulados a partir das atividades de planeamento de nível estratégico da organização e são documentadas num plano organizacional.

Os princípios segundo os quais a organização tenciona atingir os seus objetivos organizacionais através da prática da gestão de ativos deverão ser estabelecidos numa política de gestão de ativos. A abordagem de implementação desses princípios deverá ser documentada num plano estratégico de gestão de ativos.

O plano estratégico de gestão de ativos deverá documentar a relação entre os objetivos organizacionais e os objetivos de gestão de ativos, e definir o enquadramento necessário para atingir os objetivos de gestão de ativos. Ao elaborar o seu plano estratégico de gestão de ativos, a organização deverá: i) Considerar as expectativas e os requisitos das partes interessadas; ii) Considerar atividades que poderão estender-se para além do horizonte de planeamento estabelecido pela organização, e que deverão ser objeto de revisões regulares; iii) Documentar

de forma clara os processos para o estabelecimento dos critérios de decisão relacionados com os seus ativos.

4.3.1. Contexto organizacional

De acordo com a Norma (ISO 55001, 2016), ao estabelecer ou rever um sistema de gestão de ativos, é importante assegurar que a abordagem é consistente e se encontra alinhada com os contextos externos e internos da organização, pois estes podem influenciar significativamente a conceção e o âmbito do sistema de gestão de ativos (*Compreender a organização e o seu contexto*).

A organização deverá identificar e rever as partes interessadas que são relevantes para a gestão de ativos e as necessidades e expectativas dessas partes interessadas (*Compreender as necessidades e as expectativas das partes interessadas*).

A partir dos resultados das revisões do seu contexto e das partes interessadas, a organização deverá definir (ou rever) as fronteiras do sistema de gestão de ativos e estabelecer o seu âmbito. As fronteiras e a aplicabilidade do sistema de gestão de ativos deverão constar numa declaração do âmbito (que pode inserir-se no plano estratégico de gestão de ativos). Deverá ser comunicada a todas as partes interessadas relevantes, internas e externas à organização. O detalhe será influenciado pela dimensão da organização e pela escala e complexidade do portefólio de ativos que esteja coberto pelo sistema de gestão de ativos. Deverá mostrar com clareza o que é considerado no âmbito e o que fica excluído (*Determinar o âmbito do sistema de gestão de ativos*).

No início do desenvolvimento do sistema de gestão de ativos, a organização deverá definir como irá estabelecer, implementar, manter e melhorar o sistema. Uma comparação inicial dos processos existentes na organização com os requisitos da Norma ISO55001, identificará as áreas que necessitam de desenvolvimento. O sistema de gestão de ativos não deverá ser um sistema isolado. Um fator para o sucesso da gestão de ativos é a capacidade de integração de processos, de atividades e de dados de gestão de ativos com os de outras funções organizacionais, por exemplo a qualidade, a contabilidade, a segurança, o risco e os recursos humanos. Quando possível, os processos empresariais existentes deverão ser otimizados para evitar a criação de novas tarefas desnecessárias ou a duplicação de tarefas ou dados existentes. Estas interações com processos existentes necessitam de ser claramente comunicadas a todos os envolvidos (*Sistema de gestão de ativos*).

4.3.2. Liderança

A liderança na gestão de ativos pode ser demonstrada pela gestão de topo, pela influência positiva na organização e incentivando à satisfação de todos os requisitos da Norma ISO 55001, especificamente os da Norma ISO 55001:2014. A gestão de topo poderá designar uma pessoa para supervisionar o desenvolvimento, a implementação, a operação e a melhoria contínua de um sistema de gestão de ativos, mas é importante que a propriedade e a responsabilidade da gestão de ativos permaneçam no nível da gestão de topo (*Liderança e compromisso*).

A política de gestão de ativos é uma declaração sucinta que estabelece os princípios segundo os quais a organização pretende aplicar a gestão de ativos para atingir os seus objetivos organizacionais. Deverá ser aprovada pela gestão de topo, demonstrando compromisso com a gestão de ativos, estabelecendo os compromissos da organização e as suas expectativas relativas a decisões, atividades e comportamento relativamente à gestão de ativos. Deverá estar alinhada com os objetivos organizacionais e contribuir para o seu cumprimento. Por exemplo, um objetivo organizacional de redução de investimento de capital poderia traduzir-se numa declaração, na política de gestão de ativos, que considere abordagens baseadas no risco para o investimento de capital (*Política*).

As responsabilidades e as autoridades das funções-chave são definidas na ISO 55001:2014, estando incluídas as funções e responsabilidades, quer internas, quer subcontratadas. As fronteiras entre as funções organizacionais deverão estar claramente estabelecidas. Isto assume maior importância num ambiente em que há subcontratação. Deverá ser claro que função é responsável por cada atividade. Isto pode alcançar-se pelo desenvolvimento da descrição de funções, através da inclusão de responsabilidades de gestão de ativos em descrições de funções existentes, ou através da produção de um organigrama documentado (*Funções, responsabilidades e autoridades organizacionais*).

4.3.3. Planeamento

A organização deverá determinar as ações necessárias para considerar os riscos ao planear o seu sistema de gestão de ativos de acordo com o proposto na ISO 55001:2014. Na referida Norma, assume-se que o termo “risco” também inclui oportunidades. O propósito global é compreender a causa, o efeito e a probabilidade de ocorrência de eventos adversos, gerir esses riscos até níveis aceitáveis e proporcionar a rastreabilidade de auditoria da gestão dos riscos. A intenção é a organização assegurar que o sistema de gestão de ativos atinge os seus objetivos, previne ou reduz efeitos indesejáveis, identifica oportunidades e atinge a melhoria contínua. A abordagem de gestão de riscos associada ao sistema de gestão de ativos deverá estar

alinhada com a abordagem de gestão do risco da organização e, onde adequado, pode incluir o plano de continuidade de negócio e o plano de contingência. A organização deverá considerar como é que a gestão de riscos, no seu sistema de gestão de ativos, está relacionada com outros processos de gestão de risco na organização (*Ações para tratar riscos e oportunidades para o sistema de gestão de ativos*).

Os objetivos de gestão de ativos, sendo parte do plano estratégico de gestão de ativos, proporcionam a ligação essencial entre os objetivos organizacionais e o(s) plano(s) de gestão de ativos que descreve(m) como esses objetivos serão atingidos. Os objetivos de gestão de ativos transformam os resultados requeridos (produto ou serviço) proporcionados pelos ativos, em atividades geralmente descritas no(s) plano(s) de gestão de ativos, devendo ser ajustados para ir ao encontro das necessidades de cada organização, o que pode incluir a consideração de subconjuntos de objetivos (por exemplo, do sistema de gestão de ativos, do portfólio de ativos, do sistema de ativos e ao nível do ativo) e variação nas diferentes funções realizadas para ir de encontro aos requisitos das partes interessadas. A organização deverá considerar informação ou dados de origens internas ou externas à organização, incluindo contratados, principais fornecedores, reguladores ou outras partes interessadas. Os objetivos da gestão de ativos deverão ser específicos (*specific*), mensuráveis (*measurable*), exequíveis (*achievable*), realistas (*realistic*) e limitados no tempo (*time-bound*), isto é, objetivos “*SMART*”. Podem ser medidos de forma quantitativa, p. ex. tempo médio entre falhas, e de forma qualitativa, p. ex. satisfação do cliente (*Objetivos da gestão de ativos e planeamento para os atingir*).

A organização deverá desenvolver plano(s) de gestão de ativos para definir as atividades que serão implementadas e os recursos que serão utilizados para ir ao encontro dos objetivos de gestão de ativos e, conseqüentemente, os objetivos organizacionais. O(s) plano(s) de gestão de ativos proporciona(m) a orientação, e as expectativas, para um ativo individual ou para um portfólio, grupo ou classe de ativos (*Planeamento para alcançar os objetivos da gestão de ativos*).

4.3.4. Apoio

Durante o desenvolvimento e a implementação do sistema de gestão de ativos, incluindo os objetivos de gestão de ativos e o(s) plano(s) de gestão de ativos, a organização deverá determinar os *Recursos* necessários, estabelecendo correspondências entre os seus recursos disponíveis e as atividades planeadas para determinar quaisquer lacunas. Esta análise pode ser utilizada como contributo para a determinação de opções de afetação de recursos às atividades. Deve ser transversal a todas as atividades de gestão de ativos, podendo ser exaustiva e requerer a priorização e o planeamento programado de vários projetos para colmatar as referidas lacunas.

As *Competências* de gestão de ativos deverão ser abordadas em todos os níveis da organização, de tal forma que assegurem o alinhamento entre funções e níveis, sem se limitar aos que são considerados gestores de ativos. Por exemplo, um comercial competente deverá ser capaz de demonstrar claramente as suas competências na realização de tarefas específicas de gestão de ativos (p. ex. avaliação da condição dos ativos) e também compreender a relação entre essas tarefas e as atividades de gestão de ativos que outros realizem (p. ex. a utilização dos resultados de avaliação da condição de ativos na determinação do seu tempo de vida útil remanescente).

4.3.5. Operacionalização

A organização deverá estabelecer processos operacionais de *Planeamento e de Controlo operacional* para apoiar as atividades contidas no(s) plano(s) de gestão de ativos com vista à sua eficácia. Os processos deverão identificar quem é responsável pelo planeamento e como as atividades definidas serão executadas, incluindo como serão geridos e controlados os riscos que daí surgirem. A norma ISO 55001:2014 define os requisitos para o planeamento operacional e o controlo da gestão de ativos e do sistema de gestão de ativos). Ao implementar os processos e ações, deverão considerar-se os seguintes critérios, entre outros: i) funções e responsabilidades; ii) procedimentos; iii) afetação de recursos; iv) desenvolvimento de competências.

– As mudanças internas ou externas que afetem ativos, a gestão de ativos ou os sistemas de gestão de ativos podem ter impacto na capacidade da organização para atingir os seus objetivos de gestão de ativos. Estas mudanças deverão ser avaliadas (*Gestão da mudança*), antes da sua implementação, devendo ser conduzidas ações de mitigação. A organização deverá rever as consequências associadas a mudanças, tanto planeadas como não planeadas, e conduzir as ações necessárias para mitigar quaisquer efeitos adversos previstos.

A *Subcontratação* é um método comum para uma organização que prefere que certas atividades de gestão de ativos sejam desempenhadas por um prestador de serviços externo ou interno. Nos casos em que essas atividades influenciam o cumprimento dos objetivos de gestão de ativos, as mesmas deverão fazer parte do sistema de gestão de ativos, e deverão ser documentadas.

4.3.6. Avaliação do Desempenho

A organização deverá desenvolver processos para proporcionar, de forma sistemática e regular, a medição, a monitorização, a análise e a avaliação dos ativos organizacionais, do sistema de gestão de ativos e da atividade de gestão de ativos. Durante o desenvolvimento destes processos, e de quaisquer procedimentos relacionados, deverá ser contabilizado: i) o

estabelecimento de métricas de desempenho, p. ex. indicadores de condição ou de capacidade; ii) a confirmação de conformidade com os requisitos; iii) a análise de evidências históricas; iv) a utilização de informação documentada para facilitar a execução de ações corretivas e a tomada de decisão subsequentes (*Monitorização, medição, análise e avaliação*).

A organização deverá conduzir avaliações dos seus ativos e da atividade de gestão de ativos com vista a assegurar a sua permanente pertinência, adequação e eficácia. As avaliações deverão abordar a possível necessidade de alterações da política, dos objetivos, das estratégias e de outros elementos do sistema de gestão de ativos, p. ex. à luz de revisões, de alterações conjunturais e do compromisso de melhoria contínua (*Avaliação do desempenho do portefólio de ativos e dos processos de gestão de ativos*).

A organização deverá conduzir auditorias internas com intervalos planeados para assegurar que o sistema de gestão de ativos se encontra em conformidade com os seus requisitos, e com os requisitos da Norma ISO 55001. É essencial conduzir auditorias internas ao sistema de gestão de ativos, em particular em relação a ativos e a sistemas de ativos críticos, para assegurar que o sistema de gestão de ativos está a atingir os seus objetivos e planos e que estão a ser identificadas oportunidades de melhoria. As auditorias internas ao sistema de gestão de ativos deverão ser conduzidas com intervalos planeados, para determinar e fornecer informação à gestão de topo, sobre a adequação e a eficácia do sistema de gestão de ativos, bem como fornecer as bases para o estabelecimento de objetivos de melhoria contínua. A organização deverá estabelecer um processo de auditoria, para orientar o planeamento e a condução de auditorias, e para determinar as auditorias que são necessárias para atingir os seus objetivos. O processo deverá basear-se nas atividades da organização, nas avaliações do risco, nos resultados de auditorias anteriores e em outros fatores relevantes (*Auditoria interna*).

A gestão de topo deverá rever os ativos da organização, o sistema de gestão de ativos e a atividade de gestão de ativos, bem como a operação da sua política, objetivos e planos, com intervalos planeados, para assegurar a sua pertinência, adequação e eficácia. A revisão também deverá considerar se a política de gestão de ativos continua a ser adequada ao propósito da organização. Deverá estabelecer objetivos, novos ou atualizados, de gestão de ativos para melhoria contínua, adequados ao futuro próximo e considerando se são necessárias alterações em alguns elementos dos ativos, dos processos de gestão de ativos e do sistema de gestão de ativos (*Revisão pela gestão*).

4.4 Proposta de Modelo de Gestão de Ativos para o Caso de Estudo

O conceito de Gestão de Ativos permite agrupar departamentos distintos de uma organização, como o financeiro, o planeamento, os recursos humanos e o da gestão de informação, para uma gestão dos respetivos ativos pelo custo-benefício (Coelho, 2015).

Combina princípios de engenharia e de economia com práticas empresariais, de forma a obter uma gestão eficiente através de processos de otimização da tomada de decisão, realçando a redução dos custos sobre o ciclo de vida dos ativos (Dantas, 2014).

Neste sentido, foram considerados três pontos fundamentais, como alicerce para a gestão de ativos no caso de estudo: i) constatação da importância económica dos ativos; ii) perceção da função da organização no controle dos ativos; iii) eficiência económica e otimização das despesas ao longo do ciclo de vida dos ativos.

No contexto da definição de um modelo de gestão de ativos, foram reconhecidos cinco componentes básicos: i) conhecimento sobre os ativos; ii) propósito do gestor de ativos; iii) grau de maturidade; iv) nível de risco; v) plano de ação (risco). A implementação de um sistema de gestão de ativos é trabalhosa, e necessita de tempo para ser desenvolvida, sendo que não é um processo imediato. Para uma base de dados eficiente de gestão de ativos, necessitou-se de tipo de dados que fornecessem a informação relativa, a definição e a localização do respetivo ativo, informação das intervenções e falhas, estado dos ativos, um perfil das idades dos ativos, custo dos ativos e normas de manutenção e de operação. A recolha de informação relativamente aos ativos foi sistemática, dando-se atenção particular de modo a verificar a autenticidade da informação.

Um aspeto importante da gestão da instalação foi a verificação do cumprimento das normas ISO 55000, e se lhe são retiradas o máximo proveito, verificando o grau de maturidade da instalação. É de certa forma importante definir o nível de risco que se considera permitido para cada ativo, baseado no valor da sua prevenção e nos benefícios adquiridos.

Vários benefícios são almejados com a possível aplicação de um plano de gestão de ativos, como: i) diminuição de custos; ii) maior conhecimento dos ativos; iii) visão global do sistema; iv) otimização dos gastos em manutenção e operação; e v) ganhos ao nível do desempenho.

A ISO 55001 estabelece que a organização deve definir, implementar, manter e melhorar um sistema de gestão de ativos, de acordo com os pressupostos de contexto, liderança, planeamento, suporte, operações, avaliação de desempenho e melhoria (Coutinho, 2017). O sistema de gestão visa garantir uma adequada correlação entre o plano estratégico da organização (onde se definem os objetivos estratégicos) e as atividades realizadas diariamente na instalação (derivadas do planeamento ou plano de manutenção), de setor distintos como planeamento, manutenção, operações e engenharia.

No presente caso de estudo são definidas as direções de desenvolvimento da ação e os mecanismos para o controlo dos objetivos estratégicos estabelecidos, usando um sistema de gestão de ativos devidamente estruturado e adaptado à realidade da instalação em causa.

Para o desenvolvimento das atividades de gestão de ativos na UOLEH em estudo, foi elaborado um conjunto de processos devidamente identificados (Figura 4.5), para atingir os

objetivos pretendidos da forma mais eficiente, de acordo com as normas ISO 55000 e o ciclo PDCA (Figura 4.6).

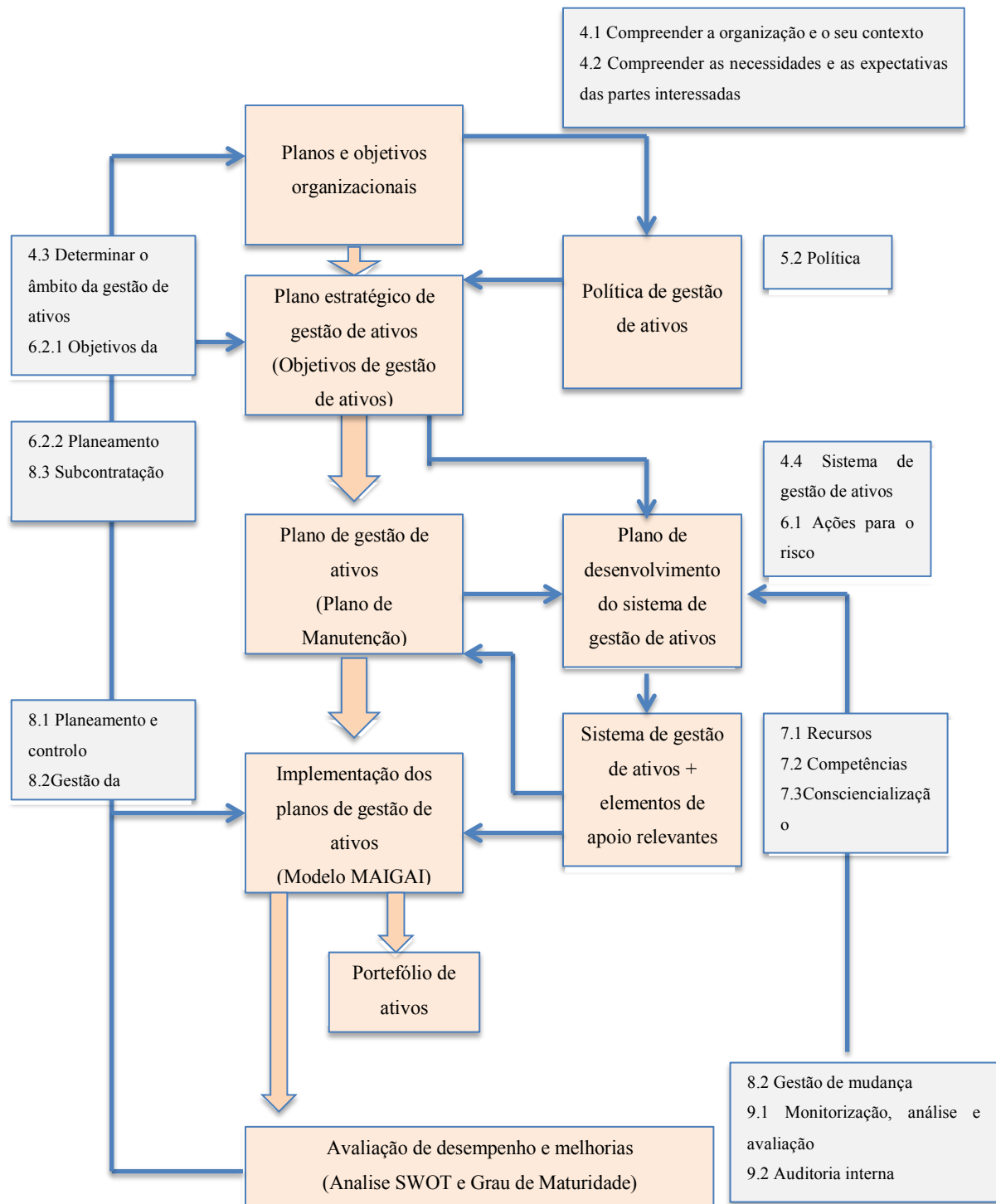


Figura 4.5 – Relação entre elementos-chaves de um Sistema de Gestão de Ativo na UOLEH, adaptado de (ISO 55002, 2018).

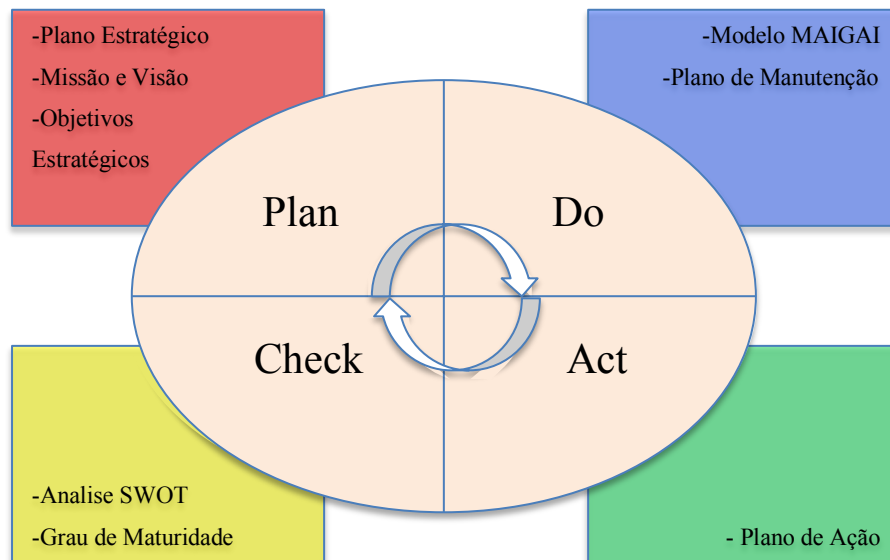


Figura 4.6 – Representação das atividades de gestão de ativos da UOLEH com base no ciclo PDCA.

Considerou-se o Ciclo de Deming, conhecido por PDCA, pelo facto de ajudar a melhorar continuamente a prestação de serviços na gestão de ativos. É um método aplicado para o controlo confiável e eficiente das atividades da organização, possibilita a padronização das informações de controlo da qualidade e a menor probabilidade de erros nas análises ao tornar as informações mais explícitas. O ciclo PDCA compreende: i) definição da estratégia e requisitos (Plan); ii) plano de gestão de ativos (Do); iii) avaliação de desempenho (Check); iv) plano de ação (Act ou Action) (Viola, 2015). A definição da estratégia e dos requisitos (Plan) estabelece a aplicação de um plano ou planeamento e é considerada como o primeiro passo a tomar pela UOLEH. O plano deve ser estabelecido segundo as diretrizes e políticas da organização, considerando três etapas importantes: definição dos objetivos, definição do caminho para atingir os objetivos e definição do método para alcançá-los. O Plano de Gestão de Ativos (Do) corresponde à execução do plano e consiste na formação dos recursos envolvidos no método a ser aplicado na UOLEH. A avaliação de desempenho (Check) consiste na análise do desempenho dos resultados alcançados e dados recolhidos na UOLEH (nesta fase podem ser detetados erros ou falhas). O plano de ação (Act ou Action) consubstancia a realização das ações corretivas, consistindo na correção das falhas encontradas.

i. Definição da Estratégia e Requisitos (Plano Estratégico) - Plan

A primeira etapa corresponde à definição da estratégia e dos requisitos da gestão de ativos na UOLEH. Nesta etapa definem-se os objetivos estratégicos da instalação, ou seja, o que se pretende atingir com as atividades de gestão de ativos, quer seja a nível da fiabilidade, disponibilidade e estado da UOLEH. A implementação dos objetivos estratégicos de gestão de

ativos foi desencadeada pelas seguintes situações: i) envelhecimento das instalações; ii) aumento das exigências do serviço; iii) aumento de exigências económicas e ambientais; iv) análise da relação de custo-eficiência. A atualidade financeira também levou a que nos últimos anos se tenha formado uma geração de gestores de ativos, que recorre a estratégias de carácter sustentável. Com vista, a facilitar a elaboração e implementação do Plano Estratégico de Gestão de Ativos, foi considerado um conjunto de questões e objetivos essenciais para a instalação (Quadro 4.7), bem como definida a sua missão, apresentada a sua visão e perspetivados os objetivos estratégicos para a Gestão dos Ativos.

Quadro 4.7 – Questões essenciais e objetivas para a implementação do plano na UOLEH, adaptado de (Moreira, 2018):

Para onde queremos ir?	Onde Estamos?	Como lá chegamos?
Alinhamento com visão e missão	Diagnóstico da situação de	Definição de estratégias
Definição dos objetivos estratégicos	referência	Programação da monitorização e da
Definição do sistema de avaliação	Definição de cenários	revisão do plano

No que se refere à Missão regista-se a necessidade de gerir a UOLEH, de modo a garantir a eficiência, a qualidade, o desempenho elevado com segurança e o respeito pelos padrões sociais e ambientais. A Visão da instalação em estudo consubstancia o reconhecimento pelo trabalho realizado com eficiência e competência. A definição dos objetivos estratégicos para a Gestão de Ativos, baseia-se no princípio da Sustentabilidade, conforme se pode confirmar pelo descrito no Quadro 4.8.

Quadro 4.8 – Definição dos objetivos estratégicos:

Objetivos estratégicos	Descrição do objetivo
Sustentabilidade social - Adequação da interface com o utilizador	Gerir uma instalação de ensaios hidráulicos, pressupõe assegurar o cumprimento dos ensaios com a máxima qualidade e fiabilidade expectável.
Sustentabilidade da gestão do serviço	Identificando que os ativos da instalação são uma parte fundamental, devendo preservar a sua integridade e avaliar as suas capacidades para satisfação das necessidades.
Sustentabilidade ambiental	Agrupar um conjunto de indicadores relativos à otimização e gestão eficiente dos ativos, de forma a garantir sustentabilidade ambiental.

Os critérios determinam-se com base nos objetivos da UOLEH, por forma a permitir uma avaliação correta do seu cumprimento. Assim, indicam-se no Quadro 4.9, os critérios de avaliação adotados em relação aos objetivos estratégicos.

Quadro 4.9 – Objetivos e Critérios de avaliação para a UOLEH, adaptado de (APDA, 2018):

Objetivos estratégicos	Critérios de avaliação
Objetivo 1 – Sustentabilidade social	Critério 1.1: Acessibilidade dos utilizadores ao serviço Critério 1.2: Garantir a qualidade da água
Objetivo 2 - Sustentabilidade da gestão do serviço	Critério 2.1: Reduzir as perdas de água Critério 2.2: Garantir a adequação da infraestrutura à prestação do serviço, como: -Reabilitação das tubagens. -Ocorrências de avarias nas tubagens
Objetivo 3 – Sustentabilidade ambiental	Critério 3.1: Eficiência na utilização dos recursos naturais (água e energia) Critério 3.2: Prevenir e controlar a poluição do meio hídrico.

Na conceção do sistema de Gestão de Ativos da UOLEH, para além da estrutura da informação base e dos objetivos e dos critérios de avaliação, também se consideraram eventualmente integradas outras ferramentas de suporte de apoio à análise e à decisão, como se apresenta no Quadro 4.10.

Quadro 4.10 – Ferramentas de apoio à análise e á decisão para a UOLEH, adaptado de (APDA, 2018):

Ferramentas de apoio à análise e á decisão	
Transversal	- Análise do risco; - Resultados de controlo da qualidade da água; - Monitorização continua da rede; - Resultado das inspeções aos ativos.
Abastecimento de água	- Balanço de necessidade/ disponibilidade hídricas; - Recomendações do Plano de Segurança da Água.
Drenagem de águas residuais	- Balanço de afluentes.

Para a base de um sistema de gestão de ativos para a UOLEH, é necessário o conhecimento global de toda a informação relativa aos ativos físicos existentes, sendo que esta informação pode ser dividida em dois grandes grupos: i) cadastro; ii) condição e desempenho (Quadro 4.11).

Quadro 4.11 – Informação essencial da UOLEH, adaptado de (APDA, 2018):

	Informação	Observações
Cadastro	Localização do UOLEH: -Programa CAD -Mapas em papel -Revit -Outro	As condutas deverão ser representadas pelo seu eixo. Devem ser representados, pelo menos, os principais órgãos de manobra e segurança.
	Esquema global do sistema	Com base na localização da UOLEH deve ser construído um esquema que permita ter uma noção do funcionamento, para cada área de negócio.
	Designação da UOLEH	Deve ter um nome único, pelo qual é conhecida no Sistema de Gestão de Ativos.
	Estado de ciclo de vida	Classificado através de uma destas opções: -Em serviço/ exploração; -Em projeto; -Em construção; -Fora de serviço; -Desativada; -Reserva; -Outro.
	Estado de Exploração	Classificado através de uma destas opções: -Integrado de outro laboratório; -Para integrar de outro laboratório; -Construído pelo laboratório.
	Data de construção/ aquisição	Data, ano ou década. Nem sempre é possível determinar o dia exato.
	Data de entrada em funcionamento	Data, ano ou década. Nem sempre é possível determinar o dia exato.
	Avaliação patrimonial	Valor global da infraestrutura.
	Lista com os principais equipamentos, instrumentos e órgãos	Se não for possível elaborar listas com todos os equipamentos, devem ser selecionados os mais relevantes e críticos do sistema.
Condição e desempenho	Registos das ocorrências de falhas e avarias	O registo deve identificar claramente o ativo, e incluir pelo menos a seguinte informação: -Data (e hora) de deteção da falha ou avaria; -Identificação do ativo; -Data (e hora) da reparação ou duração da falha ou avaria; -Motivo / origem da falha; -Impacto ou severidade.
	Estado geral de conservação	Enquanto não existir um sistema de inspeção, deve-se considerar as seguintes as hipóteses: -Mau; -Aceitável; -Bom

ii. Plano de Gestão de Ativos (Modelo de MAIGAI) - Do

Nesta segunda etapa agrupou-se um conjunto de informação para implementação do Plano de Gestão de Ativos, centralizado no Modelo Abrangente e Integrado de Gestão de Ativos Industriais (MAIGAI) e nas atividades de manutenção na UOLEH. Com este procedimento tornou-se possível clarificar o que poderá vir a ser executado para a redução dos custos. Para o efeito, contou-se com um conjunto de ferramentas, como o conhecimento dos ativos essenciais à sua concretização.

No âmbito do estudo desenvolvido, considerou-se um modelo que teve por base trabalhos desenvolvidos anteriormente (Martins, 2015), descrito por MAIGAI (Figura 4.7). Este modelo tem como finalidade aplicar as Normas ISO 55001 e propor uma metodologia aplicável em instalações de ensaios hidráulicos. Sendo considerados como elementos principais para um sistema de ativos na UOLEH: i) Gestão do Negócio; ii) engenharia; iii) operação e manutenção; iv) gestor de ativos.

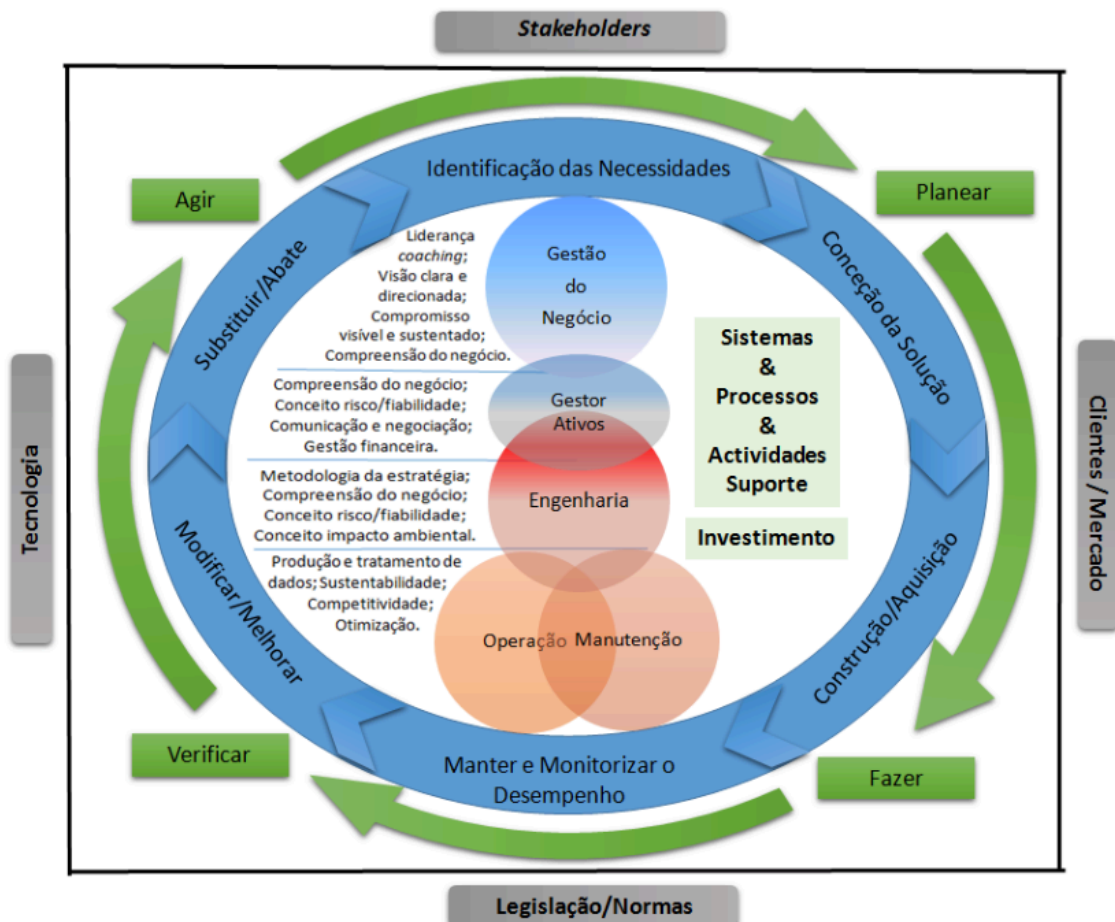


Figura 4.7 – Modelo MAIGAI (Martins, 2015).

O papel do gestor do negócio na UOLEH compreende características de elevada importância no plano, devendo possuir: i) uma visão clara da instalação e das suas atividades, de forma a prever os riscos e falhas; ii) uma boa liderança; iii) um compromisso visível com a sua função; iv) uma boa capacidade de comunicação. Consideram-se como principais atributos de um gestor de negócios para a instalação: i) participação ativa da gestão, estabelecendo estratégias e objetivos; ii) ser fonte de inspiração para assegurar a motivação; iii) permitir comunicação interna adequada; iv) motivar e dar a conhecer, tornando visíveis os resultados das medidas ambientais; v) promover coordenação de grupo com outros projetos; vi) promover processamento dos dados durante a avaliação ambiental ou avaliação do ciclo de vida; vii) ter capacidade de delegação e ser entusiasta.

As principais características da engenharia na UOLEH são: i) compreensão do negócio; ii) conceito de impacto ambiental; iii) conceito risco/fiabilidade; iv) metodologia da estratégia. No que refere a vantagens competitivas registam-se: i) impacto na segurança; ii) conhecimento da cadeia; iii) confiabilidade; iv) conceito de eficácia; v) conceito de eficiência.

As características de qualidade da operação e manutenção na UOLEH compreendem: i) atenção aos detalhes; ii) melhoria contínua; iii) trabalho de equipa; iv) fiabilidade. A importância dada a estas duas fases concorre para: i) o aumento de produtividade e competitividade da instalação; ii) a correta operacionalidade dos ativos físicos, com vista a obter o máximo rendimento do investimento; iii) a necessidade do conhecimento sobre a implementação das tecnologias, métodos e técnicas de manutenção.

No modelo proposto, o papel do gestor de ativos na UOLEH é de grande importância pois possui mais responsabilidades, designadamente: i) verificar se o sistema de gestão de ativos está a funcionar como pretendido; ii) verificar se estão a ser cumpridos os planos de gestão de ativos e legislação regulamentar. As atividades em que os gestores de ativos estão envolvidos compreendem: i) estratégia de desenvolvimento e concretização dos planos; ii) planeamento da gestão de ativos; iii) política de desenvolvimento; iv) desenvolvimento de competências; v) gestão de risco; vi) gestão de informações sobre recursos. Os gestores de ativos devem apresentar as seguintes características: i) compreensão do negócio; ii) comunicação e negociação; iii) conhecimentos sólidos de gestão financeira; iv) compreensão do conceito de risco/fiabilidade. Para além do referido, um gestor de ativos apresenta como vantagens competitivas: i) liderança; ii) capacidade técnica; iii) poder de comunicação; iv) persuasão. O gestor de ativos deve fazer uma análise dos dados que auxiliam na fiabilidade e facilidade de manutenção dos ativos, como: i) tarefas PM – *Planned Maintenance* concluídas para programar; tarefas reativas concluídas dentro de tempos de resposta e de retificação; ii) falhas recorrentes; iii) ativos sem viabilidade económica – eliminar ou restaurar; iv) análise do relatório de avaliação do estado do ativo; v) tempo médio entre falhas significativas; vi) tempo médio significativo para reparar.

Para a realização de um plano de gestão de ativos adequado para a UOLEH, e baseado num sistema de manutenção, certos cuidados na inspeção dos equipamentos devem ser considerados, no que concerne à instalação em causa, sendo o inspetor responsável por: i) realizar todas as inspeções; ii) controlar a qualidade dos ensaios; iii) verificar se os cálculos estão de acordo com o pressuposto; iv) certificar se o equipamento foi projetado e construído de acordo com os requisitos. Face ao exposto, os cuidados especiais a ter com os equipamentos, devem contemplar os seguintes aspetos: i) a instalação as válvulas deve permitir fácil acesso em caso de avarias; ii) nunca deverão ser colocadas válvulas dentro de tanques suportados por saias; iii) deverão ocorrer inspeções periódicas, de modo a analisar a corrosão interna e externa, fissuras junto às soldaduras, etc.

Definiram-se objetivos fundamentais no caso de estudo, para o plano de manutenção a implementar na UOLEH, como: i) Assegurar a melhoria continua na instalação; ii) certificar a qualidade do serviço; iii) aprimorar as atividades de manutenção; iv) possibilitar a gestão proactiva; v) adquirir fiabilidade e disponibilidade dos ativos; vi) promover um ambiente seguro no trabalho; vii) diminuir os gastos relativos à manutenção; viii) reduzir o consumo de energia; ix) reduzir o custo com a manutenção corretiva; x) reduzir o número de avarias dos equipamentos; xi) melhorar as equipas atribuídas às ações de manutenção com a finalidade de evitar a falta ou o excesso de pessoal para as tarefas; xii) melhorar a logística de peças, equipamentos e ferramentas; xiii) desenvolver trabalhos de melhoria que possibilitem gerar valor para a instituição; xiiii) reduzir os tempos relacionados com o aviso de incidências, diagnóstico e reparação de avarias; xv) garantir a melhoria contínua da instalação e a qualidade do trabalho a executar pela manutenção; xvi) fomentar a formação interna, a troca de conhecimentos e a participação conjunta de colaboradores com diferentes qualificações; xvii) dar continuidade ao plano de formação e estabelecer novas ações de formação; xviii) integrar a manutenção de equipamentos por plataformas computadorizadas; xix) elaborar a gestão da recolha e tratamento dos resíduos produzidos pelo setor da manutenção; xx) utilizar produtos e materiais com características menos agressivas para o meio ambiente; xxi) cumprir anualmente o plano de manutenção elaborado. O planeamento exigente da manutenção na instalação é uma garantia do excelente funcionamento das instalações e dos respetivos equipamentos.

iii. Avaliação de Desempenho (Análise SWOT e Grau de Maturidade) - Check

Numa fase seguinte procede-se à monitorização da eficiência do sistema de gestão de ativos e do desempenho desta atividade na UOLEH, para que se possam identificar, por processos detalhados através da análise SWOT (*Strengths - Forças, Weaknesses - Fraqueza, Opportunities - Oportunidades, Threats - Ameaças*) e o Grau de Maturidade, e implementar, posteriormente, melhorias e/ou correções onde forem necessárias (Plano de Ação).

A análise SWOT tem como objetivo fazer o diagnóstico da UOLEH, de modo a aumentar os pontos positivos, fortalecer as oportunidades e alertar para as fraquezas e ameaças (Quadro 4.12).

Quadro 4.12 – Análise SWOT da UOLEH:

		Positivo	Negativo
Fatores Internos	S	Forças -Estabilidade financeira; -Empenho dos trabalhadores; -Sistema em perfeito funcionamento; -Produto de qualidade comprovada; -Conhecimentos adquiridos;	Fraquezas -Necessidade de revisão ou atualização dos cadastros; -Inexistência de um Plano Estratégico de Gestão de Ativos; -Falta de uma cultura de análise do Risco e Desempenho das Instalações -Os sistemas de informação existentes não estão integrados num Sistema de Gestão de Ativos
		Oportunidades -Aumentos pontuais da eficiência energética -Criação de um Sistema Integrado de Gestão de Ativos -Ganho de maior autonomia -Implementação e monitorização de um Plano Estratégico de Gestão de Ativos	Ameaças -Condicionantes financeiras -Legislação complexa -Aumento do preço da energia elétrica
Fatores Externos	O		T

Com a realização da análise SWOT à UOLEH pode-se constatar que: i) existe uma necessidade de atualização da informação relativa aos ativos na instalação, de modo a facilitar o conhecimento dos mesmos e a implementação do plano; ii) é máxima a necessidade da implementação do Plano do Estratégico de Gestão de Ativos; iii) produz uma mais-valia para a instalação pois melhora o nível de serviço; iv) a legislação é complexa; v) é oportuno a qualificação de pessoas competentes para desempenhar este papel.

A Metodologia de Auto-Avaliação, SAM - *Self Assessment Methodology*, concebida para manter a mesma aparência da PAM, mas ser complementar à certificação, tanto da BSI PAS 55: 2008 como da norma ISO 55001, ou seja, as duas podem usar essa metodologia. As normas BSI PAS 55: 2008 e ISO 55000 são documentos essenciais, sendo a metodologia de avaliação complementar e de forma alguma substitui as normas (Viola, 2015).

Pretende-se avaliar o modelo proposto de gestão de ativos na UOLEH, para identificar o nível atual dos processos de gestão de ativos e eventuais falhas consideráveis na aplicação, de acordo com a escala. Sendo que esses resultados se tornaram uma referência para a construção do plano de ação, expondo as principais falhas e monitorizando os processos ao longo do tempo.

Assim, foi adquirida uma melhor compreensão acerca das boas práticas na gestão de ativos, de modo a implementar um plano de ação melhor.

Efetou-se uma análise com vista à determinação do grau de maturidade na UOLEH, através da ferramenta SAM, com o auxílio de alguns colaboradores da instituição, que disponibilizaram toda a informação necessária para realização do mesmo. Determinou-se o âmbito da gestão de ativos que pretendia-se avaliar, que é mais focado nos ativos físicos, como os equipamentos, os ensaios, entre outros.

Na avaliação baseada na norma ISO 55001, atribuiu-se um grau de maturidade a cada pergunta, que correspondia a cada requisito da norma, e constatou-se o esforço que a instituição terá, para ações de melhoria. Esta avaliação realizou-se com o intuito de conhecer o ponto de situação do modelo de gestão de ativos estruturado para a UOLEH, e elaborar-se um plano de ação para que se possa evoluir para um grau de maturidade mais elevado. As 29 perguntas realizadas, para cada um dos 27 requisitos da ISO 55001, elaboradas pela IAM, 2014, encontram-se no Anexo A.

Na sequência do resultados obtido das perguntas efetuadas (Quadro 4.13), o grau de maturidade que se obteve foi o nível “2” (Desenvolvimento), demonstrando assim que para atingir o grau de maturidade “3” (Competência), para que a unidade se certifique pela ISO 55001, será necessário a implementação do modelo de gestão de ativos e alguns pequenos trabalhos de ajuste para cumprir com todos os requisitos.

Quadro 4.13 – Resultado das perguntas da ferramenta SAM do IAM, para verificação do grau de maturidade do modelo proposto para UOLEH, adaptado de (IAM, 2014):

Secção	Requisito	Título do Requisito	Grau de Maturidade
4	4.1	Compreender a organização e o seu contexto	3 (Competência)
	4.2	Compreender as necessidades e expectativas das partes interessadas	2 (Desenvolvimento)
	4.3	Determinar o âmbito do sistema de gestão de ativos	2 (Desenvolvimento)
	4.4	Sistema de gestão de ativos	2 (Desenvolvimento)
5	5.1	Liderança e compromisso	1 (Consciência)
	5.2	Política	0 (Inocência)
	5.3	Regras organizacionais, responsabilidades e autoridade	2 (Desenvolvimento)
6	6.1	Ações para evitar riscos e oportunidades para o sistema de gestão de ativos	2 (Desenvolvimento)
	6.2.1	Objetivos da gestão de ativos	2 (Desenvolvimento)
	6.2.2	Planeamento para atingir os objetivos da gestão de ativos	2 (Desenvolvimento)
	7	7.1	Recursos
7	7.2	Competência	2 (Desenvolvimento)
	7.3	Conscientização	2 (Desenvolvimento)
	7.4	Comunicação	2 (Desenvolvimento)
	7.5	Documentar informação geral	2 (Desenvolvimento)
	7.6.1	Requisitos de informação	2 (Desenvolvimento)
	7.6.2	Criar e atualizar documentos de informação	1 (Consciência)
	7.6.3	Controlo dos documentos de informação	2 (Desenvolvimento)
	8	8.1	Controlo e planeamento operacional
8	8.2	Gestão de mudança	2 (Desenvolvimento)
	8.3	Subcontratação	1 (Consciência)
9	9.1	Monitorização, medição, análise e avaliação	2 (Desenvolvimento)
	9.2	Auditorias internas	1 (Consciência)
	9.3	Revisão da gestão	0 (Inocência)
10	10.1	Não-conformidades e ações corretivas	2 (Desenvolvimento)
	10.2	Ações preventivas	1 (Consciência)
	10.3	Melhoria continua	2 (Desenvolvimento)

iv. Plano de Ação (Controlo de Custos) - Act

No plano de ação deve-se trabalhar para que na ocorrência de uma não conformidade ou um incidente nos ativos, na gestão de ativos ou no sistema de gestão de ativos na UOLEH sejam realizadas determinadas ações: i) tomar medidas para controlar e corrigir; ii) lidar com as consequências; iii) avaliar as necessidades de ações para eliminar as causas dos incidentes, de modo a que não se repita ou não ocorra; iv) determinar as causas da não conformidade ou incidente; v) determinar a existência de não conformidades similares ou da suscetibilidade de virem a ocorrer.

Os elementos a serem considerados no estabelecimento e na manutenção de processos de ação preventivas da UOLEH incluem: i) utilização de fontes adequadas de informação; ii) identificação de quaisquer potenciais falhas; iii) utilização de uma metodologia adequada; iniciação e implementação de ação preventivas; iv) registo de quaisquer modificações em processos e procedimentos que resultem da ação preventiva; v) avaliação da ação preventiva, contributo de ações preventivas para os planos de gestão de ativos.

No plano de manutenção da UOLEH, devem ser efetuados registos normalizados com os sistemáticos e bases de dados, como por exemplo (APDA, 2018): i) Roturas nas condutas de água; ii) roturas nos ramais de abastecimento; iii) avarias nos órgãos de manobra; iv) Avarias nos equipamentos.

O plano de manutenção preventiva deve definir as atividades e respetivas periodicidades a que os ativos devem ser sujeitos. Estes planos deverão ter por base o equilíbrio Risco-Custo, de forma a determinar o ponto ótimo de manutenção a efetuar.

O plano de operação da UOLEH deve estar em sintonia com o plano de manutenção e avaliar em tempo real as seguintes ocorrências (APDA, 2018): i) Avarias nos ativos (roturas nas tubagens, falhas nos equipamentos, avarias nos órgãos); ii) alteração na qualidade do serviço (qualidade da água, aumento ou redução de pressão, suspensões de abastecimento).

O balanço hídrico dentro do plano de ação (Quadro 4.14) para a UOLEH permite uma análise macro das perdas de água/ água não faturada da rede gerida, tendo como dados iniciais os volumes entrados e saídos no sistema, possuindo um caráter obrigatório na avaliação da qualidade do serviço prestado.

É fundamental conhecer alguns aspetos para a determinação do balanço hídrico, tais como (APDA, 2018): i) volume de água entrada no sistema; ii) volume de água tratada; iii) consumo faturado medido/ não medido; iv) consumo não faturado medido/ não medido; v) perdas nos reservatórios.

Quadro 4.14 – Balanço hídrico para a UOLEH, adaptado de (APDA, 2018):

Água entrada no sistema (m3/ano)	Consumo autorizado (m3/ano)	Consumo autorizado faturado (m3/ano)	Consumo faturado medido (incluindo água exportada) (m3/ano)	Água faturada (m3/ano)	
			Consumo faturado não medido (m3/ano)		
		Consumo autorizado não faturado (m3/ano)	Consumo não faturado medido (m3/ano)		
			Consumo não faturado não medido (m3/ano)		
	Perdas de água (m3/ano)	Perdas aparentes (m3/ano)		Uso não autorizado (m3/ano)	Água não faturada (perdas comerciais) (m3/ano)
				Perdas de água por erros de medição (m3/ano)	
		Perdas reais (m3/ano)		Perdas reais nas condutas de água bruta e no tratamento (quando aplicável) (m3/ano)	
				Fugas e extravasamentos nos reservatórios (m3/ano)	

No que se refere ao plano de risco da UOLEH, consideraram-se as seguintes ferramentas informáticas: i) ferramentas de avaliação de riscos e mapeamento; ii) ferramenta de previsão e alerta; iii) ferramentas de verificação da segurança e de dimensionamento baseadas em métodos probabilísticos e de otimização. Consideram-se os riscos a evitar: i) perdas de água; ii) verificação constante dos equipamentos devido ao mau funcionamento, o que leva a erros sistemáticos durante a realização dos ensaios ou a desperdícios dos ativos.

As falhas têm de ser evitadas a todo o custo, na medida em que levam a prejuízos tanto económicos como ambientais. A metodologia para a determinação dos modos de falha da UOLEH e se possível eliminar as causas, reduzir a frequência de ocorrência e/ ou severidade resultante da ocorrência, é a FMECA (*Failure mode, effects and criticality analysis*), orientada de acordo com os objetivos definidos incluindo os associados à sustentabilidade infraestrutural e determinado pelo valor do RPN (*Risk Priority Number*) (Quadro 4.15), associado a cada falha

potencial. (APDA, 2018) Existe um RPN para cada falha, tendo presente que cada falha tem origem numa ou mais causas. A sua equação é dada por:

$$\text{RPN} = \text{Severidade} \times \text{Ocorrência} \times \text{Detetabilidade} \quad (4.1)$$

Quadro 4.15 – Conceito do RPN, para UOLEH, adaptado (APDA, 2018):

Conceito	Fonte	Escala de Classificação Proposta
Severidade	Consequência ou efeitos potenciais da falha em análise.	1 a 10 em que 1 determina uma quase ausência de consequência e 10 uma situação muito séria, catastrófica ou perigosa.
Ocorrência	Frequência da falha em análise, obtida pela probabilidade da causa que dá origem à falha.	1 a 10 em que 1 determina uma probabilidade quase nula e, por oposição, 10, um evento quase certo.
Detetabilidade	Probabilidade de detetar à falha em análise e respetiva causa, assegurando a prevenção do efeito desta mesma falha. Esta probabilidade é dada pelos controlos correntes, associados ao processo, que previnem a ocorrência das causas, ou pelo menos permitem a sua deteção precoce.	1 a 10 em que 1 determina uma quase certa deteção e, 10 uma manifesta impossibilidade.

Deste modo, termina o conjunto de processos da proposta do modelo de Gestão de Ativos de acordo com a Norma ISO 55002. Pode-se constatar que é bastante prático para o laboratório em estudo, e apresenta melhorias significativas se implementado de forma correta. Para complementar a proposta do plano de Gestão de Ativos na UOLEH, no capítulo seguinte segue-se a aplicação da Gestão de Ativos com o auxílio da metodologia BIM.

5 MODELAÇÃO EM BIM

5.1 Modelação em BIM

Com o objetivo de modelar e aplicar a gestão de ativos à UOLEH, utilizando a metodologia BIM e a especificação COBie, o trabalho foi dividido em diferentes etapas: i) Recolha de informação, nomeadamente plantas e instalações, tipos e características dos equipamentos, localização dos modelos físicos reduzidos, etc.; ii) modelação da instalação *as-build*, com o auxílio do *Revit 2018*; iii) inserção no modelo BIM da informação de operação pertinente; iv) sincronização do modelo BIM com a aplicação de Gestão de Ativos (exportação da informação para as folhas de COBie).

Para a criação do modelo BIM e dos ficheiros COBie foi necessário a aquisição de toda a informação relativa à UOLEH. A informação utilizada foi dividida em duas partes: i) informação relativa à arquitetura da instalação, que seria utilizada para a modelação da estrutura no *software* BIM; ii) informação sobre os ativos, que seria necessária para inserir diretamente nos elementos modelados e de seguida extrair a informação dos mesmos para os ficheiros COBie.

A informação referente aos desenhos de arquitetura, foi disponibilizada em formato digital 2D AutoCAD (plantas da instalação) e em alguns vídeos adicionais, sendo que a informação dos ativos foi disponibilizada através de dados em folhas de cálculo, documentos e catálogos.

O programa escolhido para a modelação do caso de estudo foi o *Revit 2018*, versão em inglês, criado pela *Autodesk*. A escolha do programa teve por base a dimensão do projeto, tendo sido considerado um programa bastante intuitivo, simples de trabalhar e de fácil acesso, na medida em que o *download* é gratuito para a versão estudante sendo efetuada no site oficial da *Autodesk*. É importante frisar, que o *software* *Revit 2018* possibilita trabalhar de forma

integrada com as plataformas de arquitetura, estruturas e instalações mecânicas, elétricas e hidráulicas (MEP - *Mechanical, Electrical and Plumbing*) no mesmo programa.

No âmbito do presente trabalho foram modeladas apenas as especialidades de Arquitetura e MEP, tendo a especialidade de estrutura sido excluída porque os seus componentes não precisam de manutenção frequente, ou seja de inspeções regulares.

Quanto ao nível de detalhe a utilizar, as normas sugerem a utilização do nível máximo, denominado de LOD 500, que representa a construção tal e qual como foi construída e contém informação pertinente para a fase de operação. No entanto, não se considerou o nível máximo para os elementos arquitetónicos (por exemplo: paredes, portas e coberturas), de forma a não sobrecarregar o modelo, e porque, de acordo com os objetivos da dissertação, não seria necessário, considerou-se o LOD300. No que se refere aos equipamentos instalados, é que foi considerado o LOD 500, o nível de detalhe máximo. Como o objetivo é utilizar o modelo na fase de manutenção e operação da instalação, visto que a instalação já se encontra construída e em funcionamento, a designação mais adequada para esse nível de detalhe é *as-managed*.

5.1.1. Modelo de arquitetura

Após a recolha da informação completa (plantas e cortes) da instalação, disponível em formato DWG, consideraram-se os seguintes passos na modelação:

- i. *Criação do novo projeto*. O primeiro passo, após abrir o *software* Revit, é selecionar no menu a opção arquitetura, de seguida para criar um novo projeto a opção “Modelo de Arquitetura”. O ficheiro criado encontra-se com a extensão rvt.
- ii. *Alteração das unidades de projeto*. Trata-se de um dos aspetos importantes para o início do trabalho em Revit 2018. Para o respetivo projeto a unidade considerada foi o “metro”. Aceder ao painel *Manage*, separador *Settings* e a *Project Units*.
- iii. *Definição dos pisos de projeto*. No modelo pré-definido do Revit 2018 encontram-se disponível dois níveis (*levels*) ou seja pisos, no entanto no caso particular do projeto em estudo verificou-se que este tem apenas um piso, pelo que se retirou o segundo piso pré-definido.
- iv. *Importação do projeto desenvolvido em formato DWG (2D) para facilitar o desenvolvimento da modelação em Revit 2018*. Aceder ao separador *Insert*, clicar em *Link CAD* e selecionar o desenho a importar. De seguida, como o desenho é utilizado apenas como *layout* da Arquitetura, reduziu-se a intensidade de visibilidade do mesmo na vista, através do atalho *VV Visibility / Graphics*, no separador *Imported Categories*, clicar na opção *Halfone* correspondente ao desenho importado.

- v. *Inserção de grelhas.* Apesar de não ter sido desenvolvida nenhuma modelação estrutural foi considerado o uso de grelhas estruturais para o alinhamento de elementos relevantes do projeto como pilares e paredes.
- vi. *Início da modelação propriamente dita.* Em primeiro lugar recorrendo a elementos arquitetónicos como: paredes, pilares, escadas, coberturas, etc. De seguida efetuada a explicação detalhada da construção dos referidos elementos.

Após construção da grelha identificada em v, ainda na vista em planta do único piso existente, teve início a modelação das paredes exteriores, selecionando, para o efeito, no menu arquitetura a opção “*Wall*”. De seguida, no painel das configurações, atribuiu-se as características das paredes exteriores. No Revit 2018 existem alguns modelos de paredes pré-definidos, tendo-se optado por replicar um dos modelos de paredes e preencher com as características da instalação em estudo (outra alternativa seria ir à biblioteca *BIM Object* e importar uma parede). No presente caso de estudo tem-se apenas uma parede exterior de betão com as seguintes medidas: de altura 8m, de espessura 30cm e de comprimento 56m.

Procedeu-se do mesmo modo relativamente às paredes interiores, com a restrição de que no interior da instalação existem tanques de ensaio hidráulicos, canais de ondas irregulares, depósitos e escritórios. As paredes interiores compartimentam os elementos descritos (Quadro 4.1), correspondendo a 26 espaços divididos pelas 3 zonas da instalação (A, B e C).

No que se refere à modelação dos pavimentos selecionou-se, no menu Arquitetura, a opção *floor*, depois procedeu-se à modelação do mesmo, desenhando as linhas nos contornos das paredes exteriores. No painel das configurações atribuiu-se as características do pavimento, sendo que também haviam pavimentos pré-definidos na biblioteca do Revit 2018. Considerou-se um pavimento de betão, com as seguintes características: espessura 40cm e comprimento 56m.

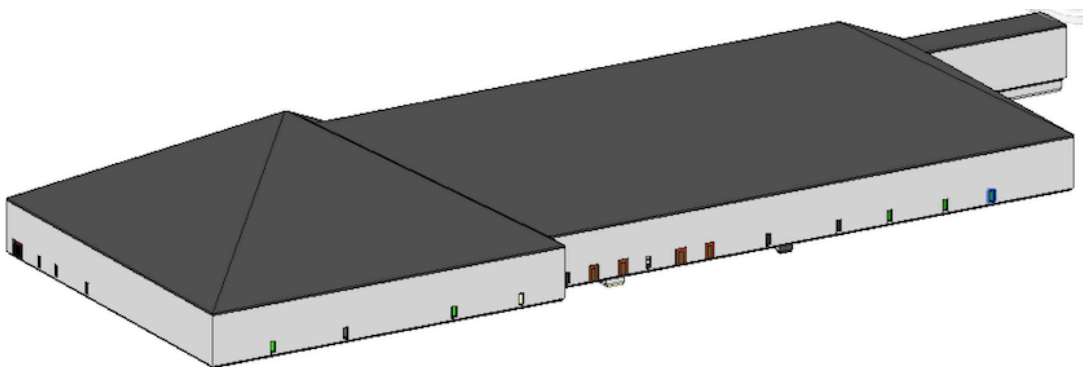


Figura 5.1 – Modelo de Arquitetura da instalação – vista geral exterior

A classificação dos espaços apresenta grande importância, pois deste modo é possível conhecer os condicionalismos existentes, como, por exemplo, as principais limitações de cada

zona para a manutenção dos equipamentos. No Revit 2018 existem duas formas distintas de classificação de espaços: i) os *Rooms*; ii) os *Spaces*. Os *Rooms* são mais usados pelos arquitetos na modelação do projeto de Arquitetura, sendo que, os *Spaces* são mais usados pelos engenheiros nos modelos da Estrutura e do MEP.

Conforme já referido, a instalação encontra-se dividida em 3 zonas distintas, pré-definidas nos desenhos DWG: i) Zona A; ii) Zona B; iii) Zona C. Quanto à classificação dos vários tipos de espaços de intervenção no modelo, foram criados facilmente usando uma ferramenta no menu *Architecture* intitulada por *Room*, que por sua vez é criada considerando as delimitações das paredes. A classificação é feita com a atribuição de um nome (*name*) e um número (*number tag*). Outro mecanismo que pode ser usado para a classificação dos espaços é a criação dos *Room Types*, muito importante pois possibilita a obtenção dos *Room Schedule* onde se pode encontrar uma lista de todos os *Rooms* criados, agrupados por tipo e com as respetivas características. Estas divisões dos espaços foram bastante simples de criar pois consideraram-se como compartimentos (*Rooms*) da UOLEH, os diferentes tipos de tanques, canais de ensaio, escritórios e poços existentes, ou seja, todos os espaços limitados por paredes (Figura 5.3).

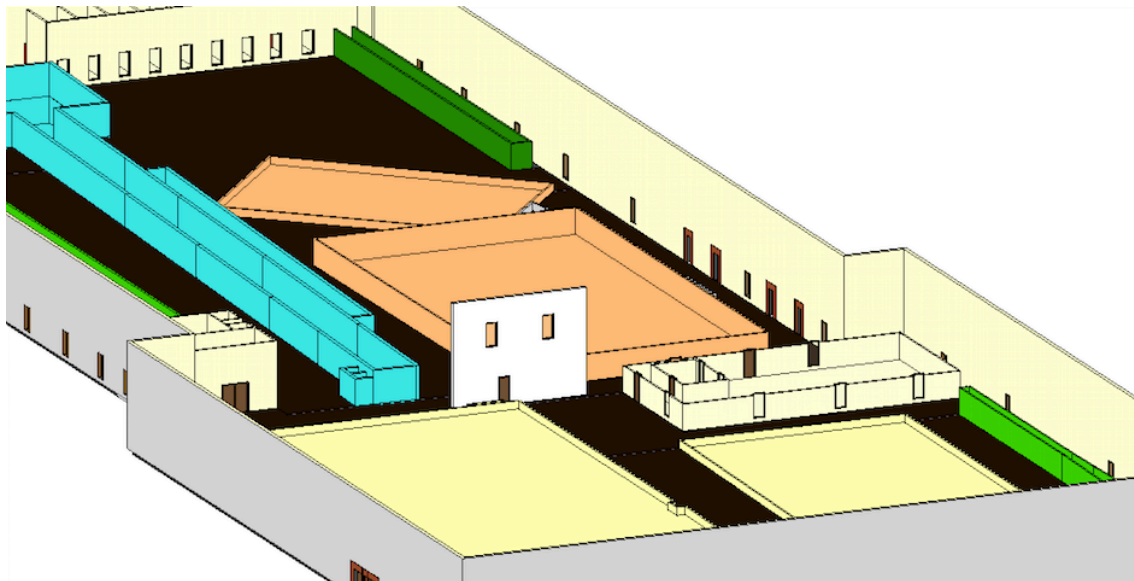


Figura 5.2 – Modelo de Arquitetura da instalação – vista interior zonas A e B _ 1

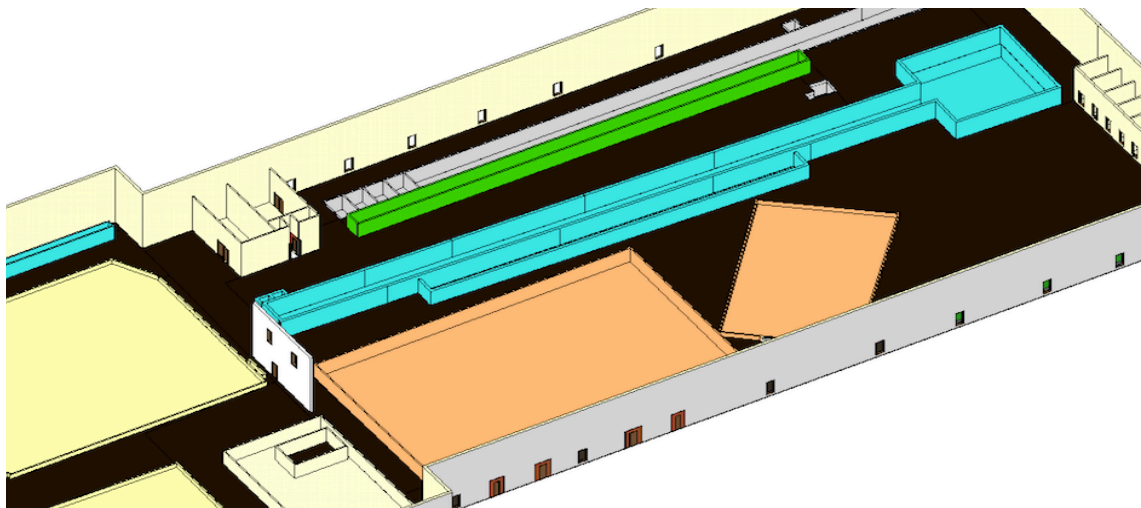


Figura 5.3 – Modelo de Arquitetura da instalação – vista interior zonas A e B _2

5.1.2. Modelo MEP

Do mesmo modo do que identificado para o modelo de arquitetura, a criação do modelo de MEP recorre: i) primeiro à “recolha da informação” referente a plantas e cortes da instalação em formato CAD; ii) seguida da “criação do novo projeto” através da opção do Modelo de MEP; iii) em terceiro à “alteração das unidades de projeto”, tendo sido considerada também a unidade “metro”; iv) finalmente à “importação do projeto desenvolvido em formato DWG (2D)”, que é utilizada como base para a criação das redes MEP.

A criação das redes MEP é concretizada escolhendo o separador *Systems*, onde se encontram todos os componentes necessários para a sua criação. No caso de estudo foram desenvolvidas as redes de abastecimento de águas e de esgotos, sendo que as redes AVAC e elétricas não foram modeladas. No separador *Systems*, escolheu-se a opção *Plumbing e Piping*, para criar *Pipe* ou seja, as tubagens; tendo sido consideradas tubagens normais e tubagens flexíveis para o desenvolvimento das curvas de tubagens. Verificou-se que a rede de tubagem é composta por 3 tubagens distintas:

- i. *Rede vermelha*. Corresponde à rede de esgotos. Esta rede foi atribuída no painel *Properties* das tubagens, mudando-se a opção *System Type* para *Sanitary*. Este sistema encontrava-se criado dentro das famílias Revit 2018, a única modificação feita foi a cor do sistema, tendo sido atribuída a cor vermelha. Recorrendo ao *Project Browser*, a opção *Families* e de seguida “*Piping System e Sanitary*”.
- ii. *Rede azul*. Corresponde à rede de abastecimento de águas. A água desta rede deriva do sistema central de abastecimento de água que vem de fora da instalação. Para a modelação, procedeu-se da mesma forma que a rede

vermelha, sendo que o sistema escolhido foi o *Domestic Cold Water* e mudou-se a cor para o azul.

- iii. Rede verde. Corresponde à rede de águas que faz a ligação entre os diferentes tipos de depósitos. Procedeu-se do mesmo modo que para as redes anteriores, mas considerou-se um novo sistema e alterou-se a cor para verde.

Após a criação das redes do Modelo MEP, atribuíram-se os acessórios que lhes correspondiam. No mesmo menu *Plumbing e Piping*, escolheu-se a opção *Pipe Accessory*, onde há a possibilidade de seleção das válvulas e das bombas. De seguida, no menu *Electrical*, importaram-se os geradores da instalação. As válvulas, as bombas e os geradores foram importados a partir da biblioteca *BIM Object*, visto não existir nenhuma família no Revit 2018 para esses acessórios, com a vantagem de que desta forma esses acessórios podem ser ajustados para a informação real que consta na instalação.

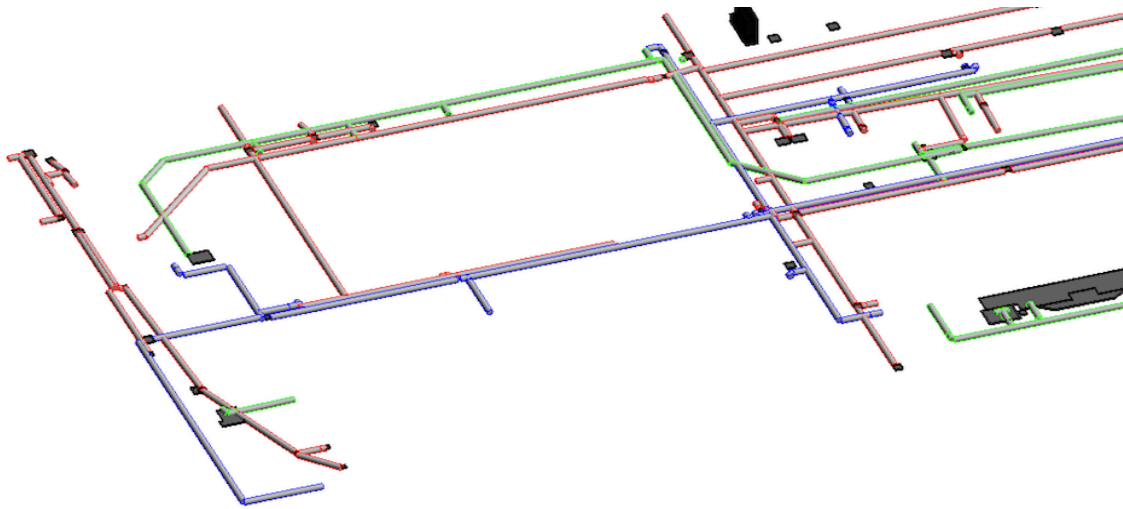


Figura 5.4 – Modelo de MEP - Zona A

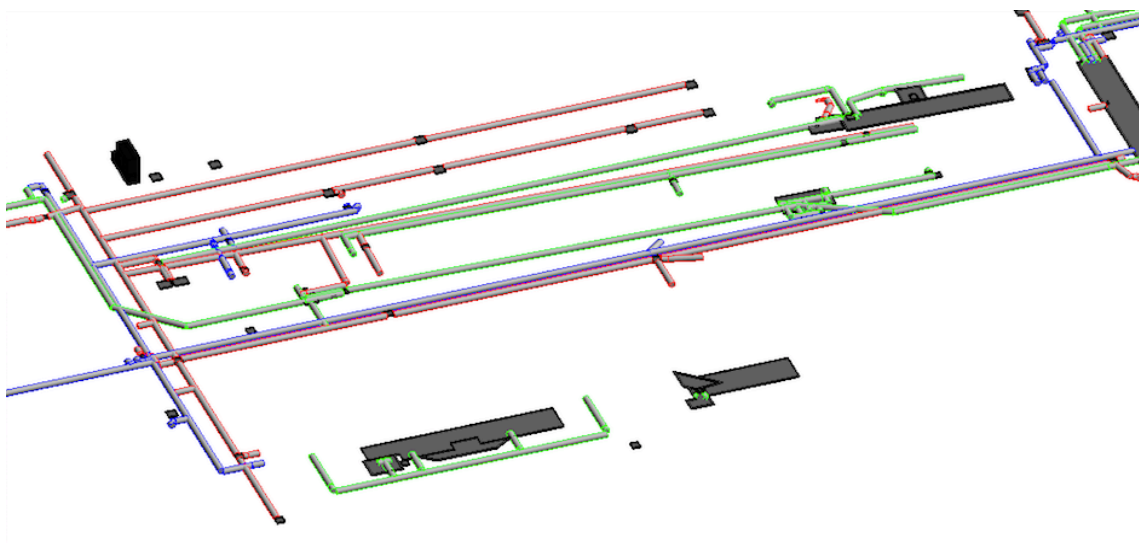


Figura 5.5 – Modelo de MEP - Zona B

A modelação das caixas de drenagem foi realizada da seguinte forma: no separador *Architecture*, escolheu-se a opção *Wall* para a criação das paredes das caixas de drenagem e a opção *floor* para fechar as caixas. A classificação dos espaços fechados foi elaborada nas caixas de drenagem e nos depósitos.

A modelação BIM da UOLEH apresentou muitas vantagens, como a possibilidade de monitorizar todo o processo através de diversas vistas em simultâneo (plantas, cortes, alçados e visualizações 3D) e de detetar possíveis problemas futuros e do facto de cada elemento ter a sua própria configuração e caracterização, ao contrário de programas de modelação a duas dimensões, onde cada elemento do projeto é representado apenas por linhas. Por exemplo, no caso de uma janela, na modelação em BIM são disponibilizados vários elementos parametrizados e configurados como janelas que precisam de ser inseridos numa parede, enquanto que nos *softwares* em 2D, é possível apenas desenhar a janela com linhas representativas e o programa não tem “inteligência” suficiente para advertir que não existe uma parede para uma janela.

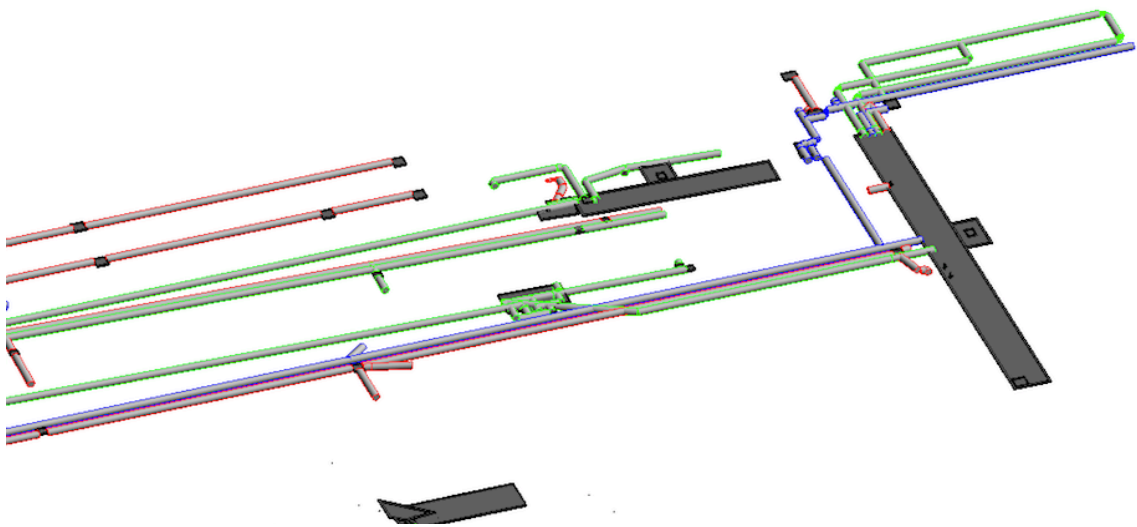


Figura 5.6 – Modelo de MEP - Zonas B e C

Para facilitar a adição dos componentes de qualquer tipo de instalação, ou seja, os objetos reais que se encontram dentro de uma construção, a metodologia BIM beneficia de uma biblioteca disponível *online* que é a *BIM object*. Dentro dessa biblioteca encontra-se um mundo vasto com todos os tipos de produtos em formato digital 3D, para serem usados por modeladores BIM e diretamente ligados aos seus fabricantes com toda a informação necessária relativamente ao produto, como propriedades importantes e instruções de instalação. No caso de estudo, e por não existir a totalidade dos objetos pretendidos para integrar o modelo,

adicionaram-se alguns objetos reais ao modelo com as respetivas características não sendo necessária a utilização da informação de caracterização da *BIM Object*.

Após a modelação BIM, e para um correto desenvolvimento na interação entre o *software* BIM (Revit 2018) e a extensão COBie, foi necessário considerar um sistema de classificação dos objetos do modelo. Para o caso em estudo focou-se no usado nos EUA a *OmniClass Construction Classification System*, designada pela NBIMS-US (*National BIM Standard-United States*). Comparou-se a tabela OmniClass do Revit 2018 com a tabela Picklists do COBie, para verificar se os números e os nomes correspondiam, por forma a validar o sistema de classificação escolhido.

5.2 Exportação para o COBie

A Autodesk disponibiliza na página *Autodesk – BIM Interoperability Tools*, um *plug-in* para fazer a extensão COBie (*COBie Extension* 2018) para o programa Revit 2018 (Figura 5.8), de forma a facilitar a extração da informação contida nos modelos BIM para as folhas de cálculo COBie, sendo esta a opção escolhida para o trabalho realizado (uma outra alternativa seria recorrer ao formato IFC).

Depois da instalação do *plug-in*, iniciou-se a introdução de informações para a caracterização da instalação, a fim de criar a base de dados do modelo através dos ficheiros COBie. Como existe uma base de dados pré-definida no Revit 2018, torna-se mais simples inserir algumas informações manualmente, como o caso de determinadas famílias de equipamentos, ou então pode-se importar diretamente dos seus fornecedores pela *BIM Object*, sendo a informação logo automaticamente existente.

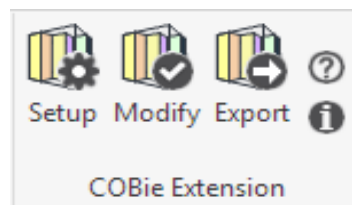


Figura 5.7 – *Plug-in* do Autodesk COBie Toolkit 2018.

O *plug-in* COBie Extension, é bastante simples de compreender e apresenta-se dividido em três separadores diferentes:

- i. O primeiro separador corresponde ao *Setup*, ou seja, “Configuração”, onde são introduzidas as informações relativamente aos contatos e configurados alguns parâmetros para o mapeamento do modelo;
- ii. O segundo é o *Modify*, ou seja, “Modificação”, onde se realizam as modificações para configurar a folha de cálculo, de forma a possibilitar as

relações entre as zonas do modelo BIM e as zonas da especificação COBie. Nesta fase especificam-se as famílias, ou seja, os tipos de elementos que serão exportados;

- iii. O terceiro e último é o *Export*, ou seja, “Exportação”, como o próprio nome indica corresponde à exportação e à criação do ficheiro COBie. Pretende-se configurar as folhas de cálculo a incluir, o formato do documento e a localização do ficheiro.

O primeiro passo para a criação das folhas de cálculo COBie foi a edição das configurações gerais. O *Setup* encontra-se dividido em três separadores distintos, que são: i) *Manage the Contacts* (Lista de Contatos); ii) *Default Settings* (Configuração de Parâmetros); iii) *Parameter Mapping* (Mapeamento dos Parâmetros). A edição foi elaborada seguindo a disposição dos separadores (Figura 5.9).

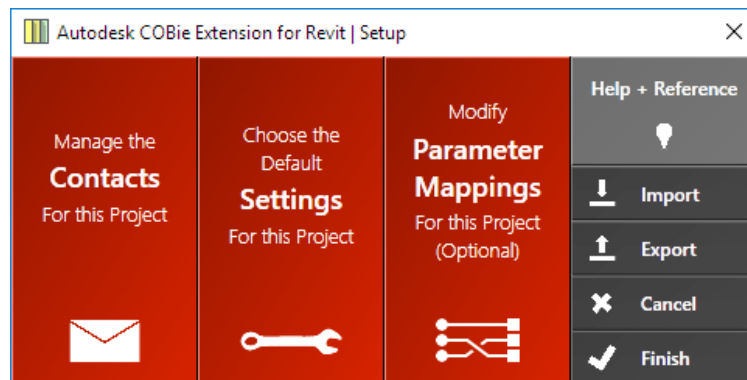


Figura 5.8 – Separador *Setup* do Autodesk COBie Toolkit.

O primeiro separador, dentro do *Setup*, criou-se a lista dos contatos por forma a gerir, editar ou excluir os contatos dos envolvidos no projeto. Nesta lista, consta o nome, o e-mail, o telefone, o endereço, entre outros. Também existe uma opção onde é possível importar essa lista de contatos, caso exista na base de dados de outros projetos anteriores. Estes dados são extraídos para a primeira folha de trabalho COBie, a *contact*. Dentro dos contatos considerou-se a classificação da OmniClass com o código 34-20 11 21 para Engenheiro Civil (Figura 5.10).

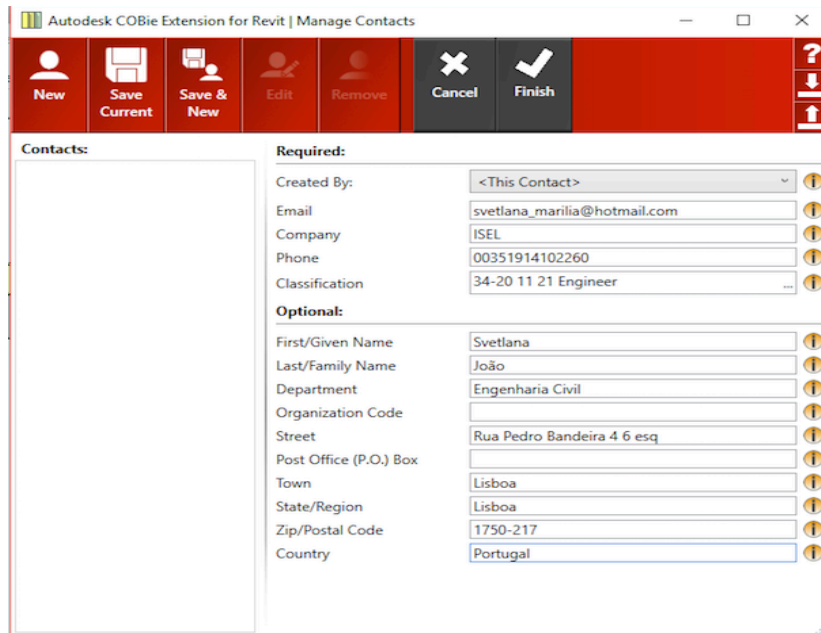


Figura 5.9 – Criação dos contactos.

O segundo separador, dentro do *Setup*, relativo à configuração de parâmetros, é o mais crítico do processo, pois: i) Introduce os campos de dados padrão do COBie; ii) permite escolher os valores padrão para esses campos; iii) cria todos os parâmetros no modelo BIM elaborado, bem como importa qualquer conteúdo necessário (por exemplo: famílias, tipos de elementos, etc.). Dentro deste separador, foram editadas as seguintes Configurações: i) Localização; ii) Identificação, Categoria-tipo e Descrição-tipo. A Figura 5.11 mostra as opções tomadas nestas configurações.

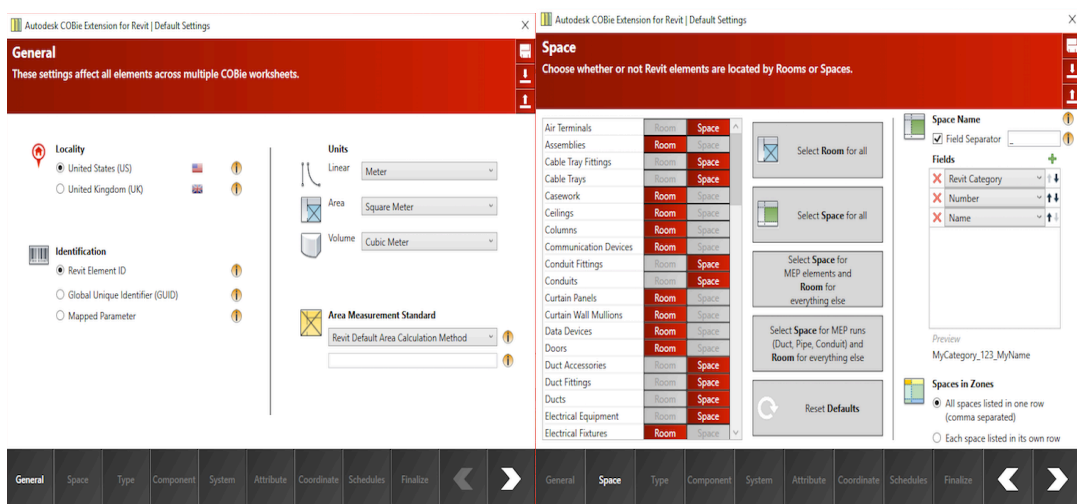


Figura 5.10 – Edição das configurações dos parâmetros.

Depois foram configurados os restantes parâmetros, cujas funções de cada item da barra de navegação são explicadas no Quadro 5.1.

Quadro 5.1 – Configurações e funções de cada item:

Barra de Navegação	Descrição
Espaços	Permite selecionar os elementos do modelo BIM que pertencem a um Room ou Space em que estão localizados.
Tipo	Ajuda a definir as configurações necessárias para preencher os dados recolhidos e exportados para a folha de cálculo do tipo no COBie.
Componentes	Permite definir as configurações necessárias para preencher os componentes no COBie.
Sistemas	Permite definir as configurações necessárias para preencher os sistemas no COBie.
Atributos	Capacita a seleção de outros parâmetros de tipo e instância de famílias a serem exportadas para a folha de cálculo de atributos no COBie.
Coordenadas	Ajuda a controlar quais os dados que são usados no modelo para preencher determinados campos nas folhas de cálculo Coordinate no COBie. Esses campos de dados incluem: CoordinateXAxis; CoordinateYAxis; CoordinateZAxis; Rotação no sentido horário; ElevationalRotation; YawRotation.
Horários	Representa os horários padrão do Revit 2018 e agendamentos de chaves que serão importados do Revit Resource Model.

Por último, o terceiro separador que corresponde ao Mapeamento de Parâmetros permitiu ignorar os parâmetros padrão da extensão COBie e usar os próprios parâmetros definidos no modelo BIM. No Mapeamento de Parâmetros da Extensão COBie para Revit 2018 aproveitou-se os parâmetros existentes do modelo BIM para recolher e organizar os dados COBie que a extensão gerou.

Depois é muito importante finaliza-se o *Setup*, para o COBie fazer a ligação com os componentes do modelo BIM, criando os *schedule* e os *data* nas propriedades de cada componente do modelo e também na informação do projeto. No final é possível obterem-se as informações do projeto os dados COBie preenchidos, como: i) COBie.CreatedBy; ii) COBie.Facility.Name, iii) COBie.Facility.Category, iv) COBie.Facility.Project.Name v) COBie.Facility.Site.Name. Caso contrário, se não for finalizado o procedimento no separador *Setup*, antes de avançar para o separador *Modify*, no final serão exportadas folhas COBie vazias, apenas com uma informação preenchida em *Contatos*, porque os ficheiros *data* não foram criados.

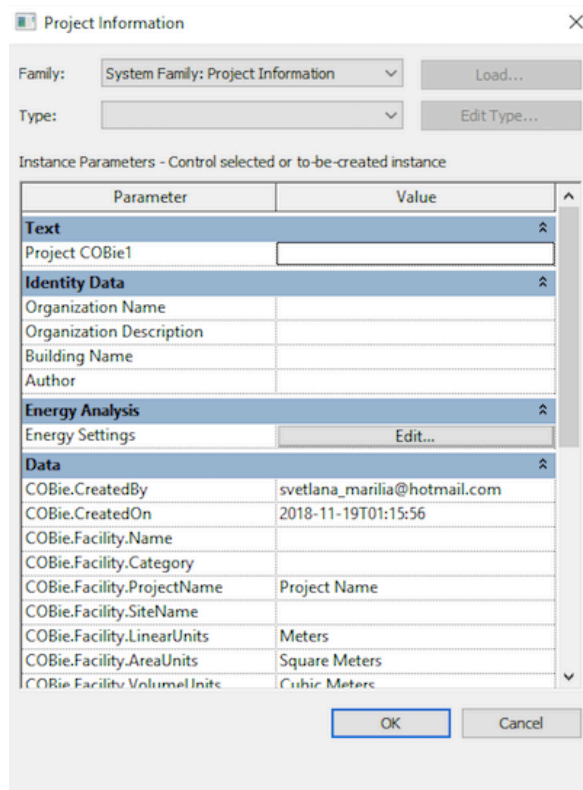


Figura 5.11 – Informações do Projeto com os atributos COBie detalhados.

O segundo separador do *plug-in - Modify* - permitiu que os dados COBie aplicados aos elementos durante a criação do modelo BIM fossem editados. Este processo pode ser concluído manualmente ou usando uma ferramenta de atualização de lotes incluída com a extensão COBie, tendo no presente caso de estudo a atualização sido feita toda manualmente. À semelhança da opção *Setup*, o *Modify* encontra-se dividido igualmente em três separadores distintos, como se verifica na Figura 5.9, mas nesse caso com funções diferentes: i) *Zone Manager* (Gestão de Espaços e Zonas); ii) *Select Elements to be Exported* (selecionar elementos que serão exportados);iii) *Batch Modify Other Field to be Exported* (Quantidade a modificar dos outros campos a serem exportados).

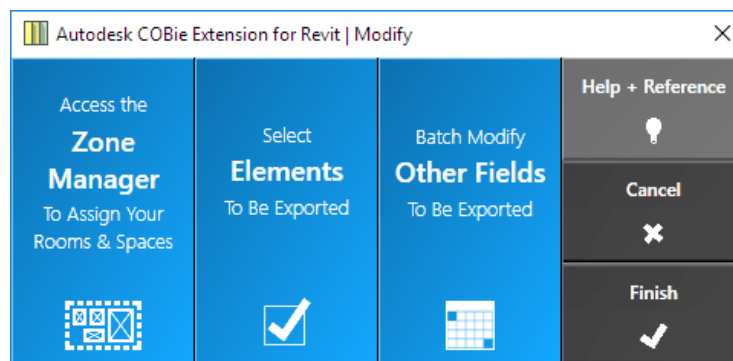


Figura 5.12 – Separador *Modify* do Autodesk COBie Toolkit.

A caixa do *Zone Manager* é organizada em três colunas: i) as zonas; ii) as room / spaces; iii) pré-visualização do modelo. Na aplicação Revit 2018, as Zonas COBie podem ser atribuídas pelos *Revit Rooms*, pelos *Revit Spaces* ou por uma combinação dos dois. Por norma, os *Revit Rooms* são frequentemente utilizados por arquitetos e os *Revit Spaces* pelos engenheiros. Para o caso de estudo consideraram-se os *Room*, visto que o modelo criado é arquitetónico, e foi a opção escolhido na classificação dos espaços. O *Zone Manager* permitiu que as zonas COBie fossem criadas de forma hierárquica. Para a divisão dos espaços e zonas no modelo foram tidas em conta os seguintes aspetos: i) Todos os tanques, canais de ensaio e escritórios corresponderam a uma *Room*; ii) e as Zonas encontram-se divididas por 3 tipos diferentes (Zona A, Zona B e Zona C), em que cada uma delas agrupa diferentes tipos de *Room*, como foi ilustrado anteriormente (Quadro 4.1).

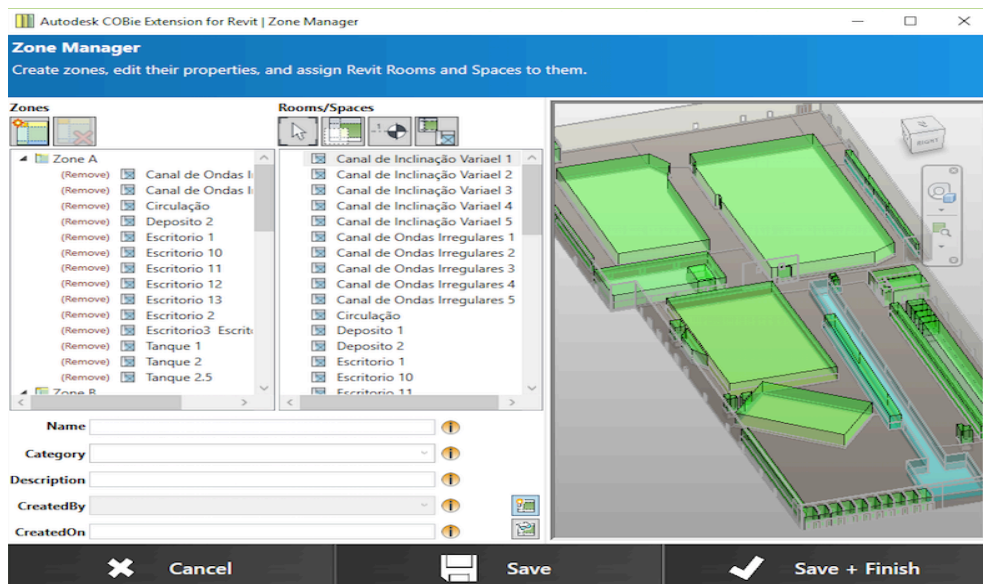


Figura 5.13 – Seleção dos espaços agrupados por zonas – Modelo de Arquitetura

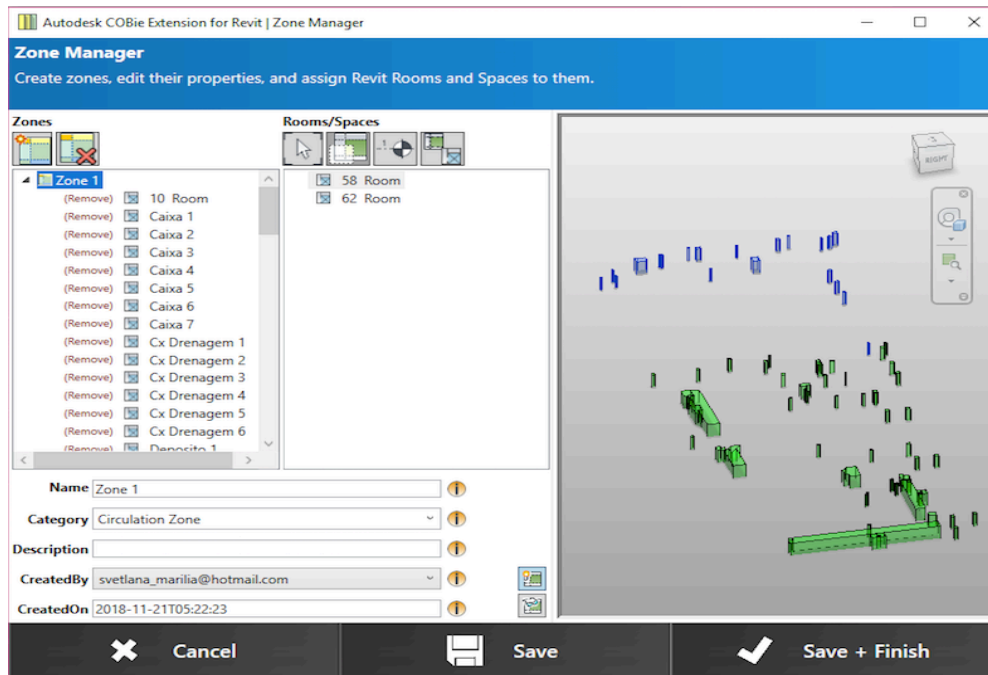


Figura 5.14 – Seleção dos espaços agrupados por zonas - Modelo de MEP

Para a criação dos espaços recorreu-se à utilização da opção *Room* dentro da aplicação Revit 2018, na medida em que esta opção permite a delimitação do espaço de forma natural, uma vez que a área tem de estar fechada. Após criação/definição, essas Zonas permitem mapeamento para qualquer uma das Revit *Rooms* presentes no modelo elaborado. No separador da Seleção de Elementos a Exportar (Figura 5.16), foi possível fazer essa seleção e ainda a visualização e a exportação de todas as famílias que se encontram no modelo.

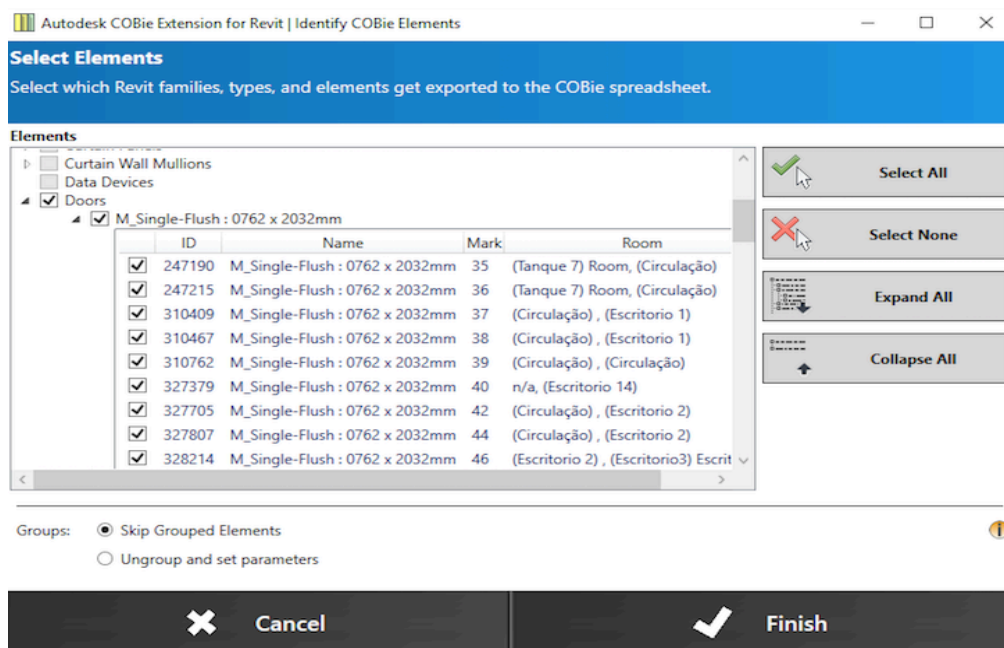


Figura 5.15 – Seleção dos elementos a exportar.

No separador *Batch Modify Other Fields to Be Exported* foram gerados os dados apropriados e atribuídos esses dados aos parâmetros COBie Extension pré-definidos e a todos os parâmetros mapeados corretamente. Nesta opção, pode solicitar-se ao COBie Extension para atualizar apenas parâmetros em branco, todos os parâmetros ou simplesmente ignorá-los. No presente caso de estudo considerou-se todos os parâmetros.

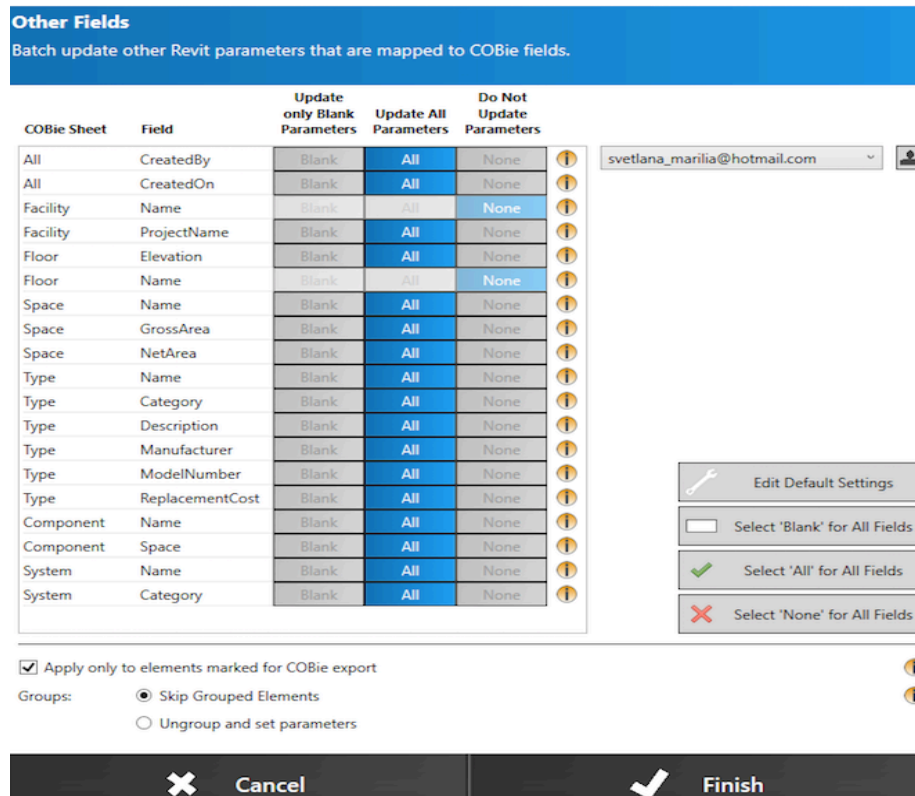


Figura 5.16 – Edição do Batch Modify Other Fields.

No separador *Export* geraram-se as folhas de cálculo COBie necessárias, como um documento do Microsoft Excel. Usando as configurações definidas nas etapas anteriores, neste procedimento especificaram-se quais as folhas de cálculo que seriam exportadas. Esta opção oferece a possibilidade de selecionar, entre as dez folhas de trabalho COBie (*Contact*, *Facility*, *Floor*, *Space*, *Zone*, *Type*, *Component*, *System*, *Attribute* e *Coordinate*) que o Revit 2018 preenche e exporta, as que realmente queremos exportar.

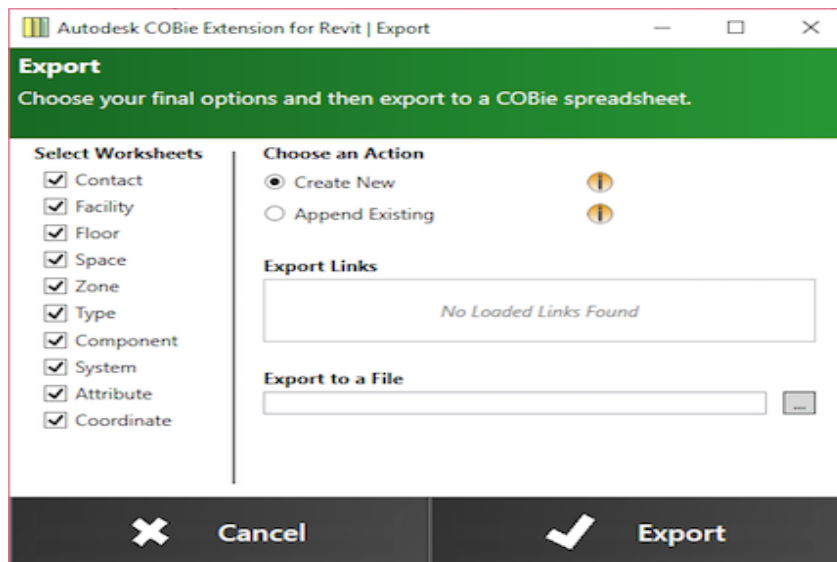


Figura 5.17 – Exportação do COBie.

Destas folhas de calculo exportadas verificam-se diferentes tipos de cores, como:

- i. A amarela e a cor de laranja, que representam a informação requerida no projeto e a informação proveniente de uma outras folhas de calculo, respetivamente. Estas informações foram adicionadas exatamente no mesmo ponto dentro do programa *Revit*, que foi no separador “*manage*”, e seguida a opção “*project information*”, onde editou-se as informações “*data*” (COBie.CreatedBy, COBie.CreatedOn, COBie.Facility.Name, COBie.Facility.Category, COBie.Facility.ProjectName, COBie.Facility.SiteName, etc.);
- ii. As informações na cor violeta, não podem ser editadas pois pertencem ao conjunto de informações extraídas diretamente da base de dados do programa *Revit*;
- iii. As informações na cor verde correspondem às informações que tiveram a opção de serem adicionadas manualmente no projeto. Deste modo, consideraram-se apenas as 10 folhas de cálculo exportadas automaticamente nesta fase de desenvolvimento do caso de estudo.

A primeira folha de cálculo exportada foi a dos “*contacts*” onde consta toda a informação relativa aos responsáveis pelo projeto, de arquitetura e de MEP, como o e-mail, o telefone, a empresa, a morada, e etc.

A segunda folha foi referente ao “*Facility*”, ou seja, sobre o laboratório em estudo.

A terceira folha de cálculo é sobre “*Floor*”, ou seja os pisos da UOLEH, que o programa dividiu em três partes diferentes tendo em conta a altura das paredes do laboratório (8m) e a profundidade dos poços (2m), muito embora exista apenas um andar na UOLEH.

A quarta folha de cálculo é a “*Space*” que apresenta todos os espaços fechados do laboratório, tendo em conta que foram desenvolvidos modelos arquitetónico e de MEP os

espaços foram classificados por “*Room*”, para possibilitar que o programa fosse capaz de ler a informação.

A quinta folha de cálculo compreende as “*Zone*”, tendo sido apresentadas as três zonas diferentes (A, B e C) do laboratório.

A sexta folha de cálculo corresponde à “*Type*”, onde se apresentam os diferentes tipos de equipamentos do laboratório, ou seja, os ativos físicos e se podem adicionar informações como o fabricante, o modelo, a cor, garantia e etc.. No que se refere ao modelo arquitetónico foram consideradas as portas, as paredes, as janelas, o piso e as escadas. Para o modelo MEP foram considerados os diferentes tipos de tubagem, as válvulas e os geradores.

A sétima folha de cálculo é referente aos “*Component*”, onde se apresentam todos os componentes dos equipamentos descritos na folha “*Type*”.

A oitava folha de cálculo “*System*”, foi apenas preenchida no modelo MEP, pois concretiza todos os sistemas de esgotos e abastecimentos de água existentes no projeto.

A nona folha de cálculo “*Attribute*” não se conseguiu exportar devido à sobrecarga de informação existente tanto no modelo arquitetónico, como no modelo MEP.

A décima folha de cálculo “*Coordinate*” exportou toda a informação sobre as coordenadas de todos os elementos existentes no projeto.

Para a melhor compreensão da potencialidade das folhas COBie, durante o ciclo de vida de um ativo, tem que se estudar o processo de recolha de informação, que se encontra dividido em quatro fases: i) Planeamento; ii) projeto; iii) construção; iv) manutenção ou operação. Para cada fase existem folhas de cálculo específicas.

Na fase do Planeamento as folhas de cálculo são *Facility*, *Floor*, *Space*, *Zone* e *Type*, que permitem descrever toda a informação básica sobre do projeto, como o número de pisos, os equipamentos, as zonas, espaços, entre outros;

Para fase do Projeto as folhas de cálculo com mais ênfase são *Component*, *System*, *Assembly*, *Connection* e *Impact*, pois descrevem detalhadamente os componentes dos equipamentos, as conexões, os sistemas existentes, e etc.;

A fase da Construção engloba todos as folhas de cálculo citadas acima, sendo que as que mais se destacam são os *Documents*, os *Types* e os *Component*, visto que, é importante a submissão e aprovação dos *Documents*, o fabricante e toda a informação relativa ao equipamento tem que estar adicionada no *Type*, e o número de série.

Na fase de Manutenção e Operação as folhas de cálculo principais são *Spare*, *Resource* e *Job*. A *Spare* ou Reserva apresentará a lista das peças sobresselentes existentes no laboratório. No *Resource* ou Recurso serão referidos os materiais, ferramentas ou formações requeridas. No *Job* ou Tarefas apresentará as lista dos procedimentos e planos relacionados com o operação e manutenção no laboratório. Mais se incluem as informações sobre as garantias adicionadas no

Type. Para todas as fases as folhas são existens os *Contacts*, *Document*, *Attribute*, *Coordinate* e *Issue*.

No Anexo B, é apresentada cada folha descrita do modelo arquitetónico e do modelo MEP.

6 CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

6.1 Conclusões

Com a elaboração da presente dissertação conclui-se que houve um grande enriquecimento a nível de conhecimentos na área da construção, operação e manutenção (Gestão de Ativos), sendo isto uma mais-valia para o futuro profissional. A escolha do desenvolvimento do tema foi primeiramente baseada nas melhorias que a Gestão de Ativos Físicos pode acrescentar numa organização, pois permite atingir os objetivos estratégicos de forma eficiente e eficaz, diminuindo brutalmente as perdas económicas da instalação em estudo, com o controlo apropriado os seus ativos físicos.

Desenvolveu-se um conhecimento mais aprofundado sobre a Gestão de Ativos, com base nas Normas ISO 5500X, bem como a compreensão sobre o grau de maturidade (os níveis e as questões abrangentes). Posteriormente, o conhecimento sobre a Metodologia BIM e as folhas COBie, sendo que a maior dificuldade foi que em Portugal são temas que se encontram em franca expansão, principalmente o BIM.

Foi criada a proposta de um modelo de Gestão de Ativos para o caso de estudo, estabelecido por um conjunto de processos devidamente identificados para a implementação eficaz da Gestão de Ativos na UOLEH. Não foi utilizado nenhum software de Gestão de Ativos (EAM) que fizesse a ligação direta entre o modelo BIM e as folhas do COBie.

O modelo foi criado com base no ciclo PDCA, e para avaliação do seu desempenho tendo-se desenvolvido uma análise SWOT e a avaliação do grau de maturidade baseado nas Normas ISO 5500X. A principal dificuldade durante a criação do modelo foi a escassez de informação sobre Sistemas de Gestão de Ativos em laboratórios, principalmente hidráulicos.

Após a elaboração da modelação da UOLEH num software BIM integrando toda a informação relativa aos ativos físicos da instalação fornecida pelos responsáveis, e exportados

para as folhas de cálculo *COBie*. A fim de melhor controlar e gerir os ativos físicos existentes na UOLEH, durante a fase de operação e manutenção, para o seu melhor desempenho.

A principal dificuldade na modelação foi a falta de conformidade entre o modelo construído e o modelo em projeto, devido a importância da utilização do nível de detalhe máximo na modelação, que para construções existentes são *as-built*, visto que a informação é toda exportada para as folhas *COBie*. Para além do referido foi possível verificar-se também o acesso limitado aos softwares de Gestão de Ativos (EAM), pois as licenças são bastante dispendiosas. Neste sentido não foi possível a exploração do desempenho total das folhas de cálculo *COBie*, e a avaliação das dificuldades deste processo.

Conclui-se que os objetivos propostos foram alcançados, mesmo com as condicionantes identificadas no caminho percorrido, e que a Metodologia BIM aplicada à Gestão de Ativos, com base nas folhas de cálculo *COBie* é bastante vantajosa, pois permite a criação de uma base de dados que auxilia no processo da manutenção e operação dos ativos. A avaliação das folhas de cálculo *COBie* é bastante positiva, pois a informação é armazenada, estruturada e extraída de um modelo BIM, e no processo da exportação cerca de metade da informação é preenchida automaticamente, o que evita erros ocorrentes da introdução manual da informação.

6.2 Trabalho futuro

O BIM representa um novo paradigma dentro do setor AEC, que incentiva a integração dos papéis de todos os interessados em um projeto. Com a evolução do Building Information Modeling (BIM) surge uma maneira inovadora de gestão. Sugere-se a maior utilização de softwares BIM, principalmente em novos projetos, devido as grandes vantagens como: i) permite a integração da Gestão de Ativos desde o início do projeto; ii) permite um trabalho integrado, onde toda a informação sobre a instalação pode ser feita num único ambiente; iii) grandes aumentos económicos são fornecidos devido a redução de perdas de informação, e a sua melhor organização; iv) reduz o tempo de pesquisa de informação relativa a operação, manutenção e localização de um objeto na instalação, e muito mais.

Para desenvolvimentos futuros da metodologia BIM, sugere-se o aumento da sua utilização em novos projetos, para que possa acompanhar desde a fase de projeto, de modo a evitar-se as falhas de informação, como acontece com construções existentes. E também que haja mais abordagem e mais formação sobre o BIM e as suas ferramentas, a nível académico. E que seja obrigatório a utilização de programas BIM para obras de grande envergadura.

Para trabalhos futuros de investigação, baseados no presente caso de estudo, propõem-se a integração dos ficheiros *COBie* exportado com um software EAM. Existem vários programas específicos nesse sentido, tais como, IBM Maximo, Bentley Facilities, EcoDomus, ArchiFM, entre outros.

Um dos programas mais vantajosos é o IBM Maximo, que cria a ligação direta com as folhas COBie exportadas. Deste modo, as ordens de trabalho de manutenção podem ser automaticamente geradas, podendo-se avaliar as dificuldades sentidas na exportação das referidas folhas de cálculo, assim como as principais vantagens em termos de custos, tempo e principalmente quanto a interoperabilidade, ou seja, o processo de troca de informação.

BIBLIOGRAFIA

- Amaral, F. D. (2016), “*Gestão da Manutenção na Indústria*”. Edição Lidel. Isbn: 9789897521515. Lisboa, Portugal.
- Aproplan (2017). *A History of BIM*. Consult. em 08/2018. Disponível em: <https://www.aproplan.com/blog/construction-collaboration/a-history-of-bim>
- APDA. (2018). *Guia Prático de Aplicação de Gestão de Ativos – Sistemas de abastecimento de água drenagem de águas residuais*. Associação Portuguesa de distribuição e drenagem de águas. Lisboa, Portugal.
- ArchDaily (2012). *A Brief History of BIM*. Consult. em 08/2018. Disponível em: <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>
- ArchDaily (2018). *What is BIM and Why Does it Seem to be Fundamental in the Current Architectural Design?*. Consult. em 08/2018. Disponível em: <https://www.archdaily.com/888727/what-is-bim-and-why-does-it-seem-to-be-fundamental-in-the-current-architectural-design>
- Autodesk (2017). *What is BIM?*. Consult em 08/2018. Disponível em: <https://www.autodesk.com/solutions/bim>
- BimTools (2017), *Learn COBie – COBie Extension Help*. Consult em 09/2018. Disponível em: <http://www.biminteroperabilitytools.com/cobieextension/help/aboutcobie>
- BSI, (2004) PAS 55-1 and 2 – “*Asset Management: Specification for the optimized management of physical infrastructure asset*”, The Institute of Asset Management: Bristol, UK.
- BSI, (2008), “*PAS 55-1 Asset Management. Part 1: Specification for the optimized management of physical infrastructure assets*”, British Standards Institution, London.
- BSI, (2008), “*PAS 55-2 Asset Management. Part 2: Guidelines for the application of PAS 55-1*.” British Standards Institution, London.
- BuidingSmart (2014). *What is openBIM?*. Consult em 08/2018. Disponível em: <https://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/>
- Cardoso, A., Maia, B., Santos, & Martins, M. (2012). BIM: O que é? Projeto FEUP. O

- despertar das engenharias. Porto, Portugal.
- Cardoso, T. N. R. (2017). *Metodologias de Gestão de Ativos na perspetiva do prestador de serviços de manutenção*. Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Tecnologia de Setúbal.
- Coelho, R. W. S. (2015). *Aplicação do conceito de Gestão de Ativos Físicos numa Estação Elevatória de Águas*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Engenharia Mecânica.
- Coutinho, R. (2017). *Gestão de ativos físicos aplicada às infraestruturas*. Infraestruturas de Portugal SA, p-113–118. Lisboa, Portugal.
- Dantas, R. (2014). *Modelo de Gestão de Ativos da via-férrea baseado em análise probabilística de Custos por Ciclo de Vida*. Instituto Superior Técnico de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Eastman, C. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors* (Second, Vol. 2). New Jersey, United States.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors* (First). New Jersey, United States.
- Fernandes, J. P. M. (2013). *A metodologia Building Information Modeling aplicada ao projeto de estruturas*. Universidade do Minho. Escola de Engenharia. minho, Portugal.
- Filipe, F. M. (2006). *Gestão e organização da manutenção, de equipamento de conservação e manutenção de infra-estruturas ferroviárias*. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia. Porto, Portugal.
- Gamboa, M. (2015). *Contribuição para o Desenvolvimento de uma Norma BIM Nacional*. Instituto Superior Técnico de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Gomes, A. C. (2017). *Plano de Dissertação*. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Gonçalves, C. D. F. (2014). *Gestão da Manutenção em Edifícios: Modelos para uma abordagem LARG (Lean, Agile, Resilient e Green)*. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Hamil, D. S. (2012). *Building Information Modelling and Interoperability*. NBS. UK
- IBM Global Business Services. (2007). *The Evolution of Asset Management: Finding the right best practice is not all theory*. New York, United States.
- Ihemegbulem, I., & Baglee, D. (2016). *The Role of ISO 55000 Standard in Asset integrity*. *30th International Congress & Exhibition on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management*.
- Instituto Português da Qualidade (ISQ), (2007), “NP EN 13306 – Norma Portuguesa – Terminologia da manutenção”, Portugal.
- ISO 55000. (2016), International Organization for Standardization, “Asset management - Overview, principles and terminology”.

-
- ISO 55001. (2016), International Organization for Standardization, “Asset management - Management systems – Requirements”.
- ISO 55002. (2016), International Organization for Standardization, “Asset management - Management systems” - Guidelines for the application of ISO 55001.
- Martins, M. (2017). *Aplicação do BIM a infraestrutura técnica: Sistema de Climatização*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Martins, J (2015). *O papel da engenharia na gestão de ativos de uma unidade industrial*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Oliveira, J. (2016). *Gestão do modelo BIM no âmbito do projeto de estruturas*. Instituto Superior Técnico de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- PAS 55-1, "Asset Management, Part 1 - Specification for the optimized management of physical assets", IAM - The Institute of Asset Management e BSI - British Standards Institution, 2018.
- PAS 55-2, "Asset Management, Part 2 - Guidelines for the application of PAS 55-1", IAM - The Institute of Asset Management e BSI - British Standards Institution, 2018.
- Parreira, J. P. D. C. (2013). *Implementação BIM nos processos organizacionais em empresas de construção – um caso de estudo*. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Peters, R. W., (2015), “Define Your Physical Asset Management Strategy with the Scoreboard for Maintenance Excellence and Go Beyond ISO 55000”, *Reliable Maintenance Planning, Estimating and Scheduling*, Pp. 39-65.
- Rodas, I. A. R. de F. (2015). *Aplicação da Metodologia BIM na Gestão de Edifícios*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, Portugal.
- Salvado, F., Silva, M., Raposo, S., Couto, P., & Azevedo, Á. (2016). *Gestão de Ativos Físicos: Evolução e principais aplicações disponíveis*. 2º Encontro Nacional Sobre Qualidade e Inovação na Construção. LNEC. Lisboa, Portugal.
- Shahidehpour, M., Ferrero, R., (2005), "Time management for assets: chronological strategies for power system asset management," *Power and Energy Magazine, IEEE* , Volume 3, no.3, pp. 32- 38.
- Tancredo, F. (2018). *Modelo para Determinação da Maturidade de uma Organização na Gestão de Ativos Físicos*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Viola, D. da F. A. S. (2015). *Gestão integrada de ativos num contexto real*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, Portugal.

ANEXO A

Anexos A –

Perguntas e respostas da
ferramenta SAM do IAM

Quadro 0.1 – Perguntas e respostas da ferramenta SAM do IAM, para atribuição do grau de maturidade, adaptado de (IAM, 2014).

Secção	Requisito	Título do Requisito	Perguntas da ferramenta SAM do IAM (39 Perguntas e 27 Requisitos)
4 (8)	4.1	Compreender a organização e o seu contexto (2 perguntas)	<p>1 – Como é que a organização determinará questões internas e externas relevantes para o seu propósito, que têm impacto sobre a sua capacidade para alcançar os resultados pretendidos do seu sistema de gestão de ativos?</p> <p>2 – Como é que a organização assegura que os objetivos da gestão de ativos estejam alinhados com os objetivos organizacionais?</p> <p>2 - R: A organização garante o alinhamento dos dois objetivos vinculando os dois objetivos no plano estratégico da organização.</p> <p>Nível de Maturidade: 3 (Competência)</p>
	4.2	Compreender as necessidades e expectativas das partes interessadas (3 perguntas)	<p>1 – Como a organização identifica e determina as necessidades e expectativas das partes interessadas?</p> <p>2 – Como são determinados os requisitos das partes interessadas para o registo de informação financeira e não financeira relevante para a gestão de ativos e relatórios sobre esta informação interna e externamente?</p> <p>3 – Como a organização determina os critérios para a tomada de decisão de gestão de ativos?</p> <p>1 - R: A organização identifica e determina as necessidades das partes interessadas através das informações sobre as necessidades de ensaios no laboratório, e as expectativas é através do controle dos relatórios de ensaios, para implementar melhorias.</p> <p>Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)</p>
	4.3	Determinar o âmbito do sistema de gestão de ativos (1 pergunta)	<p>1 – Como é que a organização determina os limites e aplicabilidade do sistema de gestão de ativos, a fim de estabelecer e documentar o seu âmbito?</p> <p>1 - R: A organização determina os limites de aplicabilidade do sistema de gestão de ativos durante o processo de recolha de informação, a organização reconheceu a abrangência da procura de informação e determinou que o sistema de gestão de ativos permanece limitado exclusivamente aos ativos físicos.</p> <p>Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)</p>
	4.4	Sistema de gestão de ativos (2 perguntas)	<p>1 – O que tem feito a organização para estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente um sistema de gestão de ativo?</p> <p>2 – Como a organização desenvolve, atualiza e documenta o SAM?</p> <p>1-R: Para estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente um sistema de gestão de ativos a organização criou um modelo de gestão, que visa a desenvolver todos esses requisitos.</p> <p>Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)</p>

5 (3)	5.1	Liderança e compromisso (1 pergunta)	1 – Como é que a gestão de topo demonstrou liderança e empenho em relação ao sistema de gestão de ativos? 1 - R: A liderança de topo demonstrou liderança e empenho em relação ao sistema de gestão de ativos facilitando a informação necessária para a criação do modelo. Nível de Maturidade: 1 (Consciência)
	5.2	Política (1 pergunta)	1 – O que tem a gestão de topo feito para estabelecer, comunicar, implementar, rever periodicamente e, se necessário, atualizar uma política de gestão de ativos? 1 – R: O que a gestão de topo tem feito para estabelecer, comunicar, implementar, rever periodicamente e atualizar a gestão de ativos é... Nível de Maturidade: 0 (Inocência)
	5.3	Regras organizacionais, responsabilidades e autoridade (1 pergunta)	1 – Como é que a gestão de topo garantiu que as responsabilidades e autoridades para funções relevantes são atribuídas e comunicadas na organização? 1 – R: A gestão de topo garantiu que as responsabilidades e autoridades para as funções relevantes eram atribuídas e comunicadas pela implementação do modelo de gestão de ativos. Deste modo, todos os trabalhadores são obrigatoriamente informados. Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)
6 (4)	6.1	Ações para evitar riscos e oportunidades para o sistema de gestão de ativos (1 pergunta)	1 – Como é que a organização demonstra que os riscos e as oportunidades que podem afetar a capacidade do sistema de gestão de ativos para atingir os seus resultados pretendidos, sejam devidamente considerados e os processos implementados, para assegurar que os resultados desejados sejam alcançados e efeitos indesejados são mitigados? 1 – R: A organização demonstra que os riscos e as oportunidades podem afetar a capacidade do sistema de gestão de ativos para atingir os seus resultados desejados e mitigar os efeitos indesejados pela elaboração de um plano de ação. Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)
	6.2.1	Objetivos da gestão de ativos (1 pergunta)	1 – Como é que a organização estabeleceu e documentou os objetivos da gestão de ativos, para funções e níveis relevantes, para se alinhar com e permitir a consecução dos objetivos organizacionais e de políticas de gestão de ativos? 1 – R: A organização estabeleceu e documentou os objetivos da gestão de ativos, para funções e níveis relevantes, para se alinhar e permitir a consecução dos objetivos organizacionais e de políticas de gestão de ativos através do plano estratégico da organização, foi permitido assegurar que funções e níveis relevantes cumpram com os objetivos organizacionais.

6.2.2	Planeamento para atingir os objetivos da gestão de ativos (2 perguntas)	<p>1 – Como é que a organização determina e documenta os seus processos de planeamento, métodos e critérios de decisão para o desenvolvimento de plano(s) de gestão de ativos para atingir os seus objetivos de gestão de ativos?</p> <p>1 – R: A organização determina os seus processos de planeamento, métodos e critérios de decisão para o desenvolvimento de plano de gestão de ativos pela necessidade do controle dos seus serviços, e melhoria financeira. E documenta os seus processos em arquivos em plataforma digital.</p> <p>Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)</p> <p>2 – Como é que a organização estabelece, documenta e mantém os planos de gestão de ativos para atingir os objetivos de gestão de ativos, garantindo o alinhamento com a política de gestão de ativos e SAM?</p>
7 (9)	7.1 Recursos (1 pergunta)	<p>1 – Como é que a organização assegura que os recursos necessários para estabelecer, implementar, manter e melhorar o sistema de gestão de ativos, são determinados e fornecidos?</p> <p>1 – R: A organização tenta assegurar que os recursos necessários para estabelecer, implementar, manter e melhor o sistema de gestão de ativos são determinados e fornecidos, mas devido ao excesso de informação sobre os equipamentos, sobre os ensaios, entre outros, deste modo a organização não segue assegurar minuciosamente todos os recursos necessários.</p> <p>Nível de Maturidade: 1 (Consciência)</p>
	7.2 Competência (1 pergunta)	<p>1 – Em que medida a organização determinou a necessária competência das pessoas que fazem o trabalho sob o seu controlo que afeta o desempenho de ativos, gestão de ativos ou de sistemas de gestão de ativos?</p> <p>1 – R: A organização determinou a necessária competência das pessoas que fazem o trabalho sob o seu controlo que afeta o desempenho de ativos através da contratação única e exclusiva de pessoas qualificadas.</p> <p>Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)</p>
	7.3 Conscientização (1 pergunta)	<p>1 – Como é que a organização assegura que as pessoas que fazem o trabalho de acordo com o controlo das organizações e estão conscientes do seu impacto para atingirem os objetivos da gestão de ativos?</p> <p>1 – R: A organização assegura que as pessoas que fazem o trabalho de acordo com o controlo das organizações e estão conscientes do seu impacto para atingirem os objetivos da gestão de ativos através da realização de reuniões, seminários e palestras de consciencialização das suas funções, dos objetivos a atingir e principalmente da missão e visão da empresa.</p> <p>Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)</p>

7.4	Comunicação (1 pergunta)		<p>1 – Como é que a organização determinou os requisitos de comunicação internos e externos relacionados com os ativos e sistema de gestão de ativos?</p> <p>1 – R: A organização determinou os requisitos de comunicação internos e externos relacionados com os ativos e sistemas de gestão de ativos através de plataforma de organização informática, por exemplo: o modelo de gestão e as folhas de calculo <i>COBie</i>.</p> <p>Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)</p>
7.5	Requisitos de informação (1 pergunta)	de	<p>1 – O que tem a organização feito para determinar qual é a informação da gestão de ativos necessária para apoiar a sua gestão de ativos, o sistema de gestão de ativos e os objetivos organizacionais?</p> <p>1 – R: A organização determinou que a informação de gestão de ativos necessária para apoiar o sistema de gestão de ativos e os objetivos fosse a informação relativa aos ativos físicos da organização, mas uma vez explicando devido ao excesso de informação acerca de todos os ativos. Sendo assim, numa primeira fase o modelo será apenas para os ativos físicos.</p> <p>Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)</p>
7.6.1	Documentar informação geral (1 pergunta)		<p>1 – Em que medida a organização documentou informações definidas como sendo necessária para a eficácia do seu sistema de gestão de ativos?</p> <p>1 – R: A medida que a organização teve em conta para documentar informações definidas como sendo necessária para a eficácia do seu sistema de gestão de ativos foi através das folhas de calculo <i>COBie</i>, para a gestão de ativos.</p> <p>Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)</p>
7.6.2	Criar e atualizar documentos de informação (1 pergunta)	de	<p>1 – Quando se cria e atualiza informações documentas, como é que a organização assegura que a informação é devidamente identificada, formatada, revista e aprovada, e é utilizada os meios próprios de comunicação?</p> <p>1 – R: A organização pretende assegurar que a informação é devidamente identificada, formatada, revista e aprovada, utilizando software de gestão de ativos como o EAM (Enterprise Asset Management), mas isto serão planos futuros, por enquanto a informação e documentada e atualizada manualmente, sendo que a margem de erros nesse caso é maior.</p> <p>Nível de Maturidade: 1 (Consciência)</p>
7.6.3	Controlo dos documentos de informação (1 pergunta)	de	<p>1 – É documentada a informação necessária pelo sistema de gestão de ativos de uma forma controlada, que está disponível e é adequada para utilização nos locais onde e quando ela for necessária?</p> <p>1 – R: A informação necessária para o sistema de gestão de ativos é documentada e controlada através das folhas de calculo <i>COBie</i>.</p>

8 (5)	8.1	Controlo e planeamento operacional (2 perguntas)	<p>1 – Que processos a organização desenvolveu para controlar a implementação dos planos de gestão de ativos?</p> <p>1 – R: Os processos que a organização desenvolveu para controlar a implementação dos planos de gestão de ativos foram: definição da estratégia, plano de gestão de ativos, avaliação do desempenho e o plano de ação. Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)</p> <p>2 – A organização pode demonstrar que está a controlar os processos de implementação dos seus planos de gestão de ativos, de acordo com os critérios que estabeleceu para eles?</p>
	8.2	Gestão de mudança (2 perguntas)	<p>1 – Como é que a organização assegura que os riscos associados a qualquer mudança planeada que podem ter um impacto sobre a realização dos objetivos de gestão de ativos, e são avaliados e geridos antes da alteração ser implementada?</p> <p>1 – R: A organização assegura que os riscos associados a qualquer mudança planeada que podem ter um impacto sobre a realização dos objetivos de gestão de ativos, e são avaliados e geridos antes da alteração através do plano de ação.</p> <p>Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)</p> <p>2 – Na sequência de avaliação que determinaram que existe uma necessidade de ações corretivas ou preventivas, como é que a organização implementa e documenta as ações identificadas (incluindo mudança no sistema de gestão de ativos), regista os seus resultados e avalia a sua eficácia?</p>
	8.3	Subcontratação (1 pergunta)	<p>1 – Como é que a organização avalia os riscos associados com a prestação de serviços Outsourcing das atividades de gestão de ativos, como determina e documenta que as atividades e processos serão controlados e integrados no sistema de gestão de ativos, e garante que o desempenho das atividades dos prestadores de serviços é monitorizada?</p> <p>1 – R: A organização avalia os riscos associados com a prestação de serviços Outsourcing das atividades de gestão de ativos, e garante que o desempenho das atividades dos prestadores de serviços é monitorizada através da organização de reuniões, palestras, seminários de consciencialização, e qualificação de trabalhadores experientes. Nível de Maturidade: 1 (Consciência)</p>
9 (5)	9.1	Monitorização, medição, análise e avaliação (2 perguntas)	<p>1 – Como é que a organização determina o que precisa de ser monitorizado e medido? 1 – R: A organização determina o que precisa de ser monitorizado e medido através do nível de importante deste, ou seja, o que afeta causa maior impacto nos objetivos estratégicos e seus lucros.</p> <p>Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)</p> <p>2 – Como é que a organização determinou que as informações geradas através dos seus processos de monitorização e medição precisam de ser analisado, avaliado e reportados?</p>

9.2	Auditorias internas (1 pergunta)	<p>1 Como é que a organização assegura que as auditorias internas são realizadas, que de uma forma objetiva avaliam se o seu sistema de gestão de ativos está em conformidade com as suas próprias exigências e os requisitos da norma ISO 55001, e que o sistema é efetivamente implementado e mantido?</p> <p>1 – R: A organização assegura que as auditorias internas são realizadas, que de uma forma objetiva avaliam se o seu sistema de gestão de ativos está em conformidade com as suas próprias exigências e os requisitos da norma ISO 55001, e que o sistema é efetivamente implementado e mantido através de um dos processos elaborado no modelo de gestão de ativos que é a avaliação do desempenho interno da organização.</p> <p>Nível de Maturidade: 1 (Consciência)</p>
9.3	Revisão da gestão (2 pergunta)	<p>1 – O que tem a gestão de topo da organização tem feito para demonstrar que analisa o sistema de gestão de ativos?</p> <p>2 – Como e que a gestão de topo da organização garante que as suas revisões sobre os sistemas de gestão de ativos consideram as entradas relevantes e registam os resultados e saídas?</p> <p>Nível de Maturidade: 0 (Inocência)</p>
10 (5)	10.1 Não-conformidades e ações corretivas (3 perguntas)	<p>1 – Quando uma não conformidade ou incidente ocorre nos seus ativos ou no sistema de gestão de ativos, como é que a organização responde e (conforme o caso) tomam medidas para controlar e corrigi-lo e lidam com as consequências?</p> <p>1 – R: A organização responde e tomam medidas para controlar e corrigi-lo e lidam com as consequências através de um dos processos do modelo de gestão de ativos que é o plano de ação.</p> <p>Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)</p> <p>2 – Após a ocorrência de uma não-conformidade ou incidente, como é que a organização avalia e documenta a existência de uma necessidade de ação(s), apropriada aos efeitos, para garantir que ele não ocorre ou pode ocorrer noutra lugar?</p> <p>3 – Na sequência de avaliações que determinaram que existe uma necessidade de ações corretivas ou preventivas, como é que a organização implementa e documenta as ações identificadas (incluindo mudanças no sistema de gestão de ativos), regista os seus resultados e avalia a sua eficácia?</p>
10.2	Ações preventivas (1 pergunta)	<p>1 – Como é que a organização monitoriza proativamente as possíveis falhas no desempenho dos ativos e avalia a necessidade de medidas preventivas?</p> <p>1 – R: A organização pretende monitorizar proativamente as possíveis falhas no desempenho dos ativos e avaliar a necessidade de medidas preventivas através da utilização futuras de softwares de gestão de ativos.</p> <p>Nível de Maturidade: 1 (Consciência)</p>

10.3	Melhoria contínua (1 pergunta)	1 – Como é que a organização demonstra que melhora continuamente a adequação e eficácia do seu sistema de gestão de ativos e gestão de ativos? 1 – R: A organização demonstra que melhora continuamente a adequação e eficácia do seu sistema de gestão de ativos através da implementação do plano de ação criado. Nível de Maturidade: 2 (Desenvolvimento)
------	-----------------------------------	--

ANEXO B

Anexos B –

Folhas de Calculo (COBie)
Modelo Arquitetónico e MEP

Folha de Trabalho *Space* do COBie

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	FloorName	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	RoomTag	UsableHeight	GrossArea	NetArea
Rooms Tanque 1	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310925	n/a	n/a	615,8905	615,8905
Rooms Tanque 2	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310928	n/a	n/a	1101,9134	1101,9134
Rooms Canal de Ond	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310931	n/a	n/a	32,9108	32,9108
Rooms Escritorio 2	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310934	n/a	n/a	204,877	204,877
Rooms Canal de Ond	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310937	n/a	n/a	29,0971	29,0971
Rooms Tanque 3	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310940	n/a	n/a	698,854	698,854
Rooms Tanque 3.5	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310943	n/a	n/a	15,5236	15,5236
Rooms Tanque 4	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310946	n/a	n/a	279,6447	279,6447
Rooms Canal de Ond	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310949	n/a	n/a	332,0969	332,0969
Rooms Deposito 1	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310952	n/a	n/a	83,1423	83,1423
Rooms Canal de Inclir	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310955	n/a	n/a	276,5657	276,5657
Rooms Canal de Ond	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310958	n/a	n/a	76,982	76,982
Rooms Poço 4	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310961	n/a	n/a	1,7161	1,7161
Rooms Canal de Inclir	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310964	n/a	n/a	6,51	6,51
Rooms Canal de Inclir	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310967	n/a	n/a	6,665	6,665
Rooms Canal de Inclir	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310970	n/a	n/a	6,386	6,386
Rooms Canal de Inclir	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310973	n/a	n/a	6,231	6,231
Rooms Circulação	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326266	n/a	n/a	4057,1119	4057,1119
Rooms Escritorio 1	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326303	n/a	n/a	32,176	32,176
Rooms Tanque 6 Roc	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326306	n/a	n/a	31,5543	31,5543
Rooms Tanque 7 Roc	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326309	n/a	n/a	32,246	32,246
Rooms Tanque 8 Roc	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326312	n/a	n/a	3,0591	3,0591
Rooms Tanque 9 Roc	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326315	n/a	n/a	1,9305	1,9305
Rooms Escritorio 13	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326318	n/a	n/a	7,5201	7,5201
Rooms Escritorio 12	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326321	n/a	n/a	7,4399	7,4399
Rooms Escritorio 11	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326324	n/a	n/a	7,48	7,48
Rooms Escritorio 10	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326327	n/a	n/a	7,48	7,48
Rooms Escritorio 9	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326330	n/a	n/a	7,48	7,48
Rooms Escritorio 8	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326333	n/a	n/a	7,48	7,48
Rooms Escritorio 7	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326336	n/a	n/a	7,48	7,48
Rooms Escritorio 6	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326339	n/a	n/a	7,48	7,48
Rooms Escritorio 5	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326342	n/a	n/a	6,8	6,8
Rooms Escritorio 4	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326345	n/a	n/a	9,0122	9,0122
Rooms Canal de Ond	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326348	n/a	n/a	39,0628	39,0628
Rooms Poço 1	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326357	n/a	n/a	5,7462	5,7462
Rooms Escritorio3 Es	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326360	n/a	n/a	18,15	18,15
Rooms Tanque 4.5	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326363	n/a	n/a	3,4064	3,4064
Rooms Poço 2	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326366	n/a	n/a	3,0201	3,0201
Rooms Tanque 25 Rc	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326369	n/a	n/a	1,2323	1,2323
Rooms Tanque 26 Rc	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326372	n/a	n/a	1,1597	1,1597
Rooms Poço 3	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326375	n/a	n/a	4,9709	4,9709
Rooms Tanque 5	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326378	n/a	n/a	503,1739	503,1739
Rooms Tanque 6	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326381	n/a	n/a	478,3609	478,3609
Rooms Tanque 6.5	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326384	n/a	n/a	4,3821	4,3821
Rooms Escritorio 14	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326404	n/a	n/a	n/a	n/a
Rooms Escritorio 14	svetlana maril	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326407	n/a	n/a	n/a	n/a

Folha de Trabalho Type do COBie

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	Description	AssetType	Manufacturer	ModelNumber	WarrantyGuarantorParts	WarrantyDurationParts	WarrantyGuarantorLabor	WarrantyDurationLabor	WarrantyDurationUnit	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier
Doors M S	svetlana m	2018-11-19	23-30 10 00	M Single-F	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Doors	53070
Doors M S	svetlana m	2018-11-19	23-30 10 00	M Single-F	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Doors	53078
Doors M S	svetlana m	2018-11-19	23-30 10 00	M Single-F	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Doors	242712
Doors M S	svetlana m	2018-11-19	23-30 10 00	M Single-F	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Doors	245114
Doors M S	svetlana m	2018-11-19	23-30 10 00	M Single-F	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Doors	245294
Doors M S	svetlana m	2018-11-19	23-30 10 00	M Single-F	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Doors	245429
Floors Floc	svetlana m	2018-11-19	n/a	Floors Ger	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Floors	226
Railings Ra	svetlana m	2018-11-19	n/a	Railings 90	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Railings	46430
Stairs Ass	svetlana m	2018-11-19	n/a	Stairs 180r	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Stairs	159374
Landings N	svetlana m	2018-11-19	n/a	Landings N	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Landings	159371
Walls Basic	svetlana m	2018-11-19	n/a	Walls Gen	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Walls	202250
Walls Basic	svetlana m	2018-11-19	n/a	Walls Gen	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Walls	205859
Walls Basic	svetlana m	2018-11-19	n/a	Walls Gen	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Walls	207248
Walls Basic	svetlana m	2018-11-19	n/a	Walls Gen	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Walls	224217
Walls Basic	svetlana m	2018-11-19	n/a	Walls Gen	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Walls	231409
Walls Basic	svetlana m	2018-11-19	n/a	Walls Gen	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Walls	237783
Windows N	svetlana m	2018-11-19	23-30 20 17	M Fixed 0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Windows	53716
Electrical E	svetlana m	2018-11-21	23-80 10 11	Generator-I	n/a	MTU Onsite	OM924LA	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Electrical E	276443
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	n/a	Flex Pipes	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	220269
Floors Floc	svetlana m	2018-11-21	n/a	Floors Ger	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Floors	224236
Mechanical	svetlana m	2018-11-21	23-70 50 11	Mechanical	n/a	Franklin Ele	BCS-255 1	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Mechanical	280021
Pipe Acces	svetlana m	2018-11-21	23-65 55 14	Stop Valve	n/a	WATTS	LFST-1/2"	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Pipe Acces	219737
Pipes Pipe	svetlana m	2018-11-21	n/a	Pipes Pipe	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Pipes	201389
Pipes Pipe	svetlana m	2018-11-21	n/a	Pipes Pipe	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Pipes	201597
Pipes Pipe	svetlana m	2018-11-21	n/a	Pipes Pipe	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Pipes	241424
Walls Basic	svetlana m	2018-11-21	n/a	Walls Gen	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Walls	203348
Walls Basic	svetlana m	2018-11-21	n/a	Walls Gen	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Autodesk R	Walls	243976

Programming – Folha de Trabalho *Component* do COBie

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Name	CreatedBy	CreatedOn	TypeName	Space	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	SerialNumber	InstallationDate	WarrantyStartDate	TagNumber
Windows 5	svetlana m	2018-11-19	Windows N	n/a,Rooms	n/a	Autodesk R	Windows	327468	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 5	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Esd	n/a	Autodesk R	Windows	327525	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 5	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Cir	n/a	Autodesk R	Windows	327852	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 5	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Cir	n/a	Autodesk R	Windows	327876	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 5	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Esd	n/a	Autodesk R	Windows	327920	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 5	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Esd	n/a	Autodesk R	Windows	327954	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 5	svetlana m	2018-11-19	Windows N	n/a,Rooms	n/a	Autodesk R	Windows	327984	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 5	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Cir	n/a	Autodesk R	Windows	328018	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 6	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Esd	n/a	Autodesk R	Windows	328252	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 6	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Esd	n/a	Autodesk R	Windows	328280	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 6	svetlana m	2018-11-19	Windows N	n/a,Rooms	n/a	Autodesk R	Windows	328330	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 6	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Tar	n/a	Autodesk R	Windows	328346	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 6	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Cir	n/a	Autodesk R	Windows	328375	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 6	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Tar	n/a	Autodesk R	Windows	328398	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 6	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Cir	n/a	Autodesk R	Windows	328411	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 6	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Tar	n/a	Autodesk R	Windows	328434	n/a	n/a	n/a	n/a
Windows 6	svetlana m	2018-11-19	Windows N	Rooms_Cir	n/a	Autodesk R	Windows	328469	n/a	n/a	n/a	n/a
Electrical E	svetlana m	2018-11-21	Electrical E	n/a	n/a	Autodesk R	Electrical E	276792	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	220294	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	221052	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	223973	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	223990	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	223998	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224039	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224044	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224049	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224053	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224057	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224061	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224066	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224069	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224073	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224107	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224111	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224114	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224119	n/a	n/a	n/a	n/a
Flex Pipes	svetlana m	2018-11-21	Flex Pipes	n/a	n/a	Autodesk R	Flex Pipes	224184	n/a	n/a	n/a	n/a

Space Zone Type Component System Assembly Connection Spare Resource Job Impact Document

Programming – Folha de Trabalho *Systems* do COBie

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ComponentNames	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description
Piping Systems Sanitary 54	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	202788	n/a
Piping Systems Sanitary 55	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	202810	n/a
Piping Systems Sanitary 56	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	202842	n/a
Piping Systems Sanitary 57	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	202864	n/a
Piping Systems Sanitary 58	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	202886	n/a
Piping Systems Sanitary 59	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes,Pipes,Flex	Autodesk Revit	Piping Systems	202908	n/a
Piping Systems Sanitary 63	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	203047	n/a
Piping Systems Sanitary 66	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes,Flex Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	218757	n/a
Piping Systems Sanitary 68	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	220798	n/a
Piping Systems Sanitary 7	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	222315	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes,Pipes,Pipe	Autodesk Revit	Piping Systems	223189	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223245	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223265	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223347	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223371	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223387	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223443	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes,Pipes,Flex	Autodesk Revit	Piping Systems	223535	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223567	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223589	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223621	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes,Pipes,Flex	Autodesk Revit	Piping Systems	223673	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223715	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223731	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223758	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223782	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223798	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes,Pipes,Flex	Autodesk Revit	Piping Systems	223814	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	223832	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes,Pipes,Pipe	Autodesk Revit	Piping Systems	223902	n/a
Piping Systems Sanitary 39	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Flex Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	228186	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	228218	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	228269	n/a
Piping Systems Sanitary 49	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	231930	n/a
Piping Systems Sanitary 50	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	231956	n/a
Piping Systems Sanitary 60	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	231974	n/a
Piping Systems Sanitary 64	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	232285	n/a
Piping Systems Domestic C	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	237195	n/a
Piping Systems Dep Tanque	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	241474	n/a
Piping Systems Dep Tanque	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	241492	n/a
Piping Systems Dep Tanque	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	241510	n/a
Piping Systems Dep Tanque	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes,Pipes,Flex	Autodesk Revit	Piping Systems	241539	n/a
Piping Systems Dep Tanque	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	241601	n/a
Piping Systems Dep Tanque	svetlana marilia	2018-11-21	n/a	Pipes	Autodesk Revit	Piping Systems	241633	n/a

Programming – Folha de Trabalho *Coordinate* do COBie

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	SheetName	RowName	CoordinateXAxis	CoordinateYAxis	CoordinateZAxis	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	ClockwiseRotation	ElevationRotation	YawRotation
Levels Lev	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Floor	Levels Lev	-120,2013	-28,6779	-0,4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Levels Lev	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Floor	Levels Lev	-119,8763	-28,0697	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Levels Lev	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Floor	Levels Lev	0	0	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Levels Lev	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Floor	Levels Lev	0	0	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Levels Lev	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Floor	Levels Lev	-55,8766	-21,4208	-2,4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Levels Lev	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Floor	Levels Lev	-55,4511	-21,2708	-2	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Tar	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Tar	-109,663	-21,4462	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Tar	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Tar	-74,8682	-1,3884	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Tar	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Tar	-107,1859	2,3845	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Tar	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Tar	-60,8526	26,6303	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Cai	-99,3263	29,7805	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Cai	-61,1371	30,885	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Esc	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Esc	-70,7282	-27,5005	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Esc	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Esc	-60,1146	-6,0723	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Cai	-113,226	-26,7844	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Cai	-74,8263	-25,7864	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Tar	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Tar	-56,217	-18,8626	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Tar	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Tar	-21,3402	1,379	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Tar	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Tar	-44,0233	-21,0108	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Tar	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Tar	-32,9894	-19,139	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Tar	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Tar	-20,2022	-21,6247	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Tar	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Tar	3,8487	2,8647	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Cai	-55,5471	1,793	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Cai	26,556	12,9794	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms De	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms De	-40,7297	4,148	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms De	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms De	-0,2117	7,6055	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Cai	-32,1163	20,9366	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Cai	55,7245	24,7357	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Cai	-41,0663	18,2404	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Cai	8,5995	19,7905	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Poi	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Poi	10,5445	24,5905	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Poi	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Poi	11,8545	25,9005	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Cai	-34,3663	21,3405	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Cai	-32,2663	24,4404	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-lowerle	Space	Rooms Cai	-36,6663	21,3405	0	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0
Rooms Cai	svetlana m	2018-11-19	Box-upperr	Space	Rooms Cai	-34,5163	24,4404	4	Autodesk R	Autodesk.R	Autodesk.R	0	0	0

Component System Assembly Connection Spare Resource Job Impact Document Attribute Coordinate Issue PickLists +

Programming – Folha de Trabalho *Picklists* do COBie

A	B	C	D	E	
Assembly-Assembly Type	Category-Connection	Category-Coordinate	Category-Document	Category-Element	
Excluded	Control	Point	Certificates	21-01 00 00 Substructure	11-11 00 00 Assembly Facility
Fixed	Flow	Line-end-one	Client Requirements	21-01 10 Foundations	11-11 11 00 Convention and Exhibition Facility
Included	Return	Line-end-two	Closeout Submittals	21-01 10 10 Standard Foundations	11-11 11 11 Convention Center
Layer	Supply	Box-lowerleft	Contract Drawings	21-01 10 10 10 Wall Foundations	11-11 11 17 Conference Facility
Mix	Structural	Box-uppright	Contract Drawings	21-01 10 10 30 Column Foundations	11-11 14 00 Meeting Facility
Optional			Contract Modifications	21-01 10 10 90 Standard Foundation Supplementary Components	11-11 14 11 Club or Organization Building
			Contract Specifications	21-01 10 20 Special Foundations	11-11 14 14 Ceremonial Hall
			Design Data	21-01 10 20 10 Driven Piles	11-11 21 00 Entertainment Assembly Facility
			Design Review Comment	21-01 10 20 15 Bored Piles	11-11 21 11 Cinema
			Manufacturer Field Reports	21-01 10 20 20 Caissons	11-11 21 17 Performing Arts Facility
			Manufacturer Instructions	21-01 10 20 30 Special Foundation Walls	11-11 21 17 11 Auditorium and Theater Facility
			Operation and Maintenance	21-01 10 20 40 Foundation Anchors	11-11 21 17 14 Outdoor Theater
			Preconstruction Submittals	21-01 10 20 50 Underpinning	11-11 21 21 Casino
			Product Data	21-01 10 20 60 Raft Foundations	11-11 21 22 Theme Park
			Punch List Items	21-01 10 20 70 Pile Caps	11-11 21 23 Fair or Circus Ground
			Request for Information	21-01 10 20 80 Grade Beams	11-11 21 24 Race Track
			Requests for Information	21-01 20 Subgrade Enclosures	11-11 21 24 11 Horse Racing Track
			Samples	21-01 20 10 Walls for Subgrade Enclosures	11-11 21 24 14 Dog Racing Track
			Shop Drawings	21-01 20 10 10 Subgrade Enclosure Wall Construction	11-11 21 24 17 Automobile Racing Track
			Specifications	21-01 20 10 20 Subgrade Enclosure Wall Interior Skin	11-11 21 27 Arena
			Test Reports	21-01 20 10 90 Subgrade Enclosure Wall Supplementary Components	11-12 00 00 Education Facility
				21-01 40 Slabs-On-Grade	11-12 11 00 Daycare or Preschool Facility
				21-01 40 10 Standard Slabs-on-Grade	11-12 11 11 Daycare Facility
				21-01 40 20 Structural Slabs-on-Grade	11-12 11 14 Preschool Facility
				21-01 40 30 Slab Trenches	11-12 21 00 K through 12 Learning Facility
				21-01 40 40 Pits and Bases	11-12 21 11 Kindergarten
				21-01 40 90 Slab-On-Grade Supplementary Components	11-12 21 14 Elementary School
				21-01 40 90 10 Perimeter Insulation	11-12 21 21 Middle School
				21-01 40 90 20 Vapor Retarder	11-12 21 31 High School
				21-01 40 90 30 Waterproofing	11-12 24 00 Higher Education Facility
				21-01 40 90 50 Mud Slab	11-12 24 11 University
				21-01 40 90 60 Subbase Layer	11-12 24 13 Business School
				21-01 60 Water and Gas Mitigation	11-12 24 14 Science College
				21-01 60 10 Building Subdrainage	11-12 24 17 Agricultural School
				21-01 60 10 10 Foundation Drainage	11-12 24 21 Art School
				21-01 60 10 20 Underslab Drainage	11-12 24 24 Vocational College
				21-01 60 20 Off-Gassing Mitigation	11-12 24 27 Liberal Arts College
				21-01 60 20 10 Radon Mitigation	11-12 24 31 Military Academy
				21-01 60 20 50 Methane Mitigation	11-12 24 34 Professional College
				21-01 90 Substructure Related Activities	11-12 29 00 Library
				21-01 90 10 Substructure Excavation	11-12 29 11 General Purpose Library
				21-01 90 10 10 Backfill and Compaction	11-12 29 14 Children's Library
				21-01 90 20 Construction Dewatering	11-12 29 17 Special Library
				21-01 90 30 Excavation Support	11-12 29 21 Academic Library
				21-01 90 30 10 Anchor Tiebacks	11-13 00 00 Public Service Facility
				21-01 90 30 20 Cofferdams	11-13 11 00 Government Facility
				21-01 90 30 40 Cribbing and Walks	11-13 11 11 Administrative Government Facility
				21-01 90 30 60 Ground Freezing	11-13 11 14 Regulatory Agency Facility
				21-01 90 30 70 Slurry Walls	11-13 11 17 Courthouse
				21-01 90 40 Soil Treatment	11-13 11 21 Legislative Facility
				21-02 00 00 Shell	11-13 11 23 Public Health and Safety Facility
				21-02 10 Superstructure	11-13 11 23 11 National Center

