



GESTÃO DE ATIVOS APOIADA NA METODOLOGIA BIM

**SILVA, Maria João Falcão (1); COUTO, Paula (2); JOÃO, Svetlana (3);
HORMIGO, João (4)**

(1) Laboratório Nacional De Engenharia Civil, mjoaofalcao@lnec.pt

(2) Laboratório Nacional De Engenharia Civil, pcouto@lnec.pt

(3) TYPESA UK, a39027@alunos.isel.pt

(4) ISEL, joao.hormigo@edp.pt

RESUMO

O uso da metodologia Building Information Modeling (BIM) está a crescer no setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). O BIM é uma metodologia inovadora que permite uma nova abordagem com base no projeto de um modelo de informação virtual. O modelo BIM é constituído por elementos, e cada elemento agrega um conjunto de informação, permitindo uma melhor gestão da informação entre os diferentes intervenientes do projeto durante as várias etapas do ciclo de vida. A gestão de ativos é uma área cada vez mais importante na sociedade moderna, pois pode trazer inúmeros benefícios para as organizações que os possuem. Os desenvolvimentos globais e o crescimento económico aumentaram a necessidade de conhecer bem os ativos de uma organização, a fim de, por meio de uma análise holística e integrada, controlá-los melhor, priorizando e avaliando os objetivos fundamentais da organização. O objetivo deste trabalho é demonstrar as vantagens da utilização da metodologia BIM aplicada à gestão de ativos através da implementação num caso de estudo que compreende a Infraestrutura de um laboratório para ensaios hidráulicos. A infraestrutura é modelada em BIM com os requisitos de informações e detalhes para a implementação de um sistema de gestão de ativos, baseado nas Normas ISO 55000. No âmbito do estudo é analisado e apresentado o estado atual das práticas de gestão de ativos, a fim de identificar a posição da organização que alberga o referido laboratório em relação aos requisitos das normas. Finalmente, as principais conclusões e vantagens da aplicada da metodologia BIM à gestão de ativos são apresentadas, bem como os desenvolvimentos futuros para o trabalho propostos.

Palavras-chave: Gestão de ativos, BIM, ISO 55000, COBie

ABSTRACT

The use of the Building Information Modeling (BIM) methodology is growing in the Architecture, Engineering, Construction and Operation (AECO) sector. BIM is an innovative methodology that allows a new approach based on the design of a virtual information model. The BIM model is made up of elements, and each element aggregates a set of information, enabling better information management among the different project stakeholders during the various stages of the life cycle. Asset management is an increasingly important area in modern society as it can bring numerous benefits to the organizations that own them. Global developments and economic growth have increased the need to know an organization's assets well, so that through holistic and integrated analysis better control them, prioritizing and evaluating the fundamental objectives of the organization. The aim of this paper is to demonstrate the advantages of using the BIM methodology applied to asset management through the implementation in a case study that comprises the infrastructure of a hydraulic testing laboratory. The infrastructure is modeled in BIM with the information and detail requirements for the implementation of an asset

management system, based on ISO 55000 Standards. The study analyzes and presents the current state of asset management practices in order to identify the position of the organization hosting the laboratory in relation to the requirements of the standards. Finally, the main conclusions and advantages of applying the BIM methodology to asset management are presented, as well as future developments for the proposed work.

Keywords: Asset Management, BIM, ISO 55000, COBie.

1 INTRODUÇÃO

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. 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, com versão traduzida para português publicada em 2014, e dividida em três documentos principais: 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 (JOÃO, 2019). 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).

2 GESTÃO DE ATIVOS

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 concepção, o fabrico, a instalação e a exploração até ao seu fim), por forma a atingir o plano estratégico'*. 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. Refira-se que ativos se encontram 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.

3 METODOLOGIA BIM

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).

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).

Relativamente ao nível de desenvolvimento em BIM ou LOD (Level of Development), o Instituto Americano de Arquitetos (AIA) definiu cinco níveis de desenvolvimento (LOD 100 a LOD 500), que são: 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). 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. É considerada uma das principais características do BIM, pois elimina a necessidade de

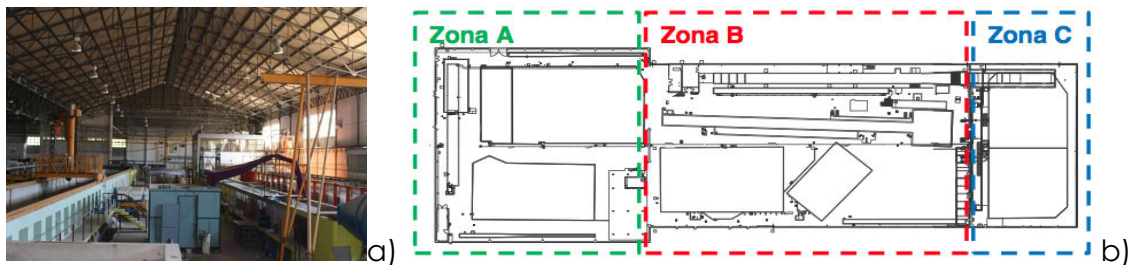
replicar a entrada de dados que já foi gerada e facilita a fluidez dos fluxos de trabalho e automatização (HAMIL, 2012).

4 CASO DE ESTUDO

4.1 Descrição

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 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) (Figura 1), todas elas constituídas por canais de ondas, tanques e escritórios distribuídos de forma harmoniosa. Pretende-se abordar como a metodologia BIM pode ser integrada na Gestão de Ativos, bem como avaliar se os objetivos traçados são atingidos, da aplicação a uma unidade operativa laboratorial para ensaios hidráulicos (UOLEH).

Figura 1 – Unidade operativa laboratorial para ensaios hidráulicos (UOLEH): a) perspetiva geral; b) divisão interna



Fonte: João, 2019

4.2 Modelo de Gestão de Ativos proposto

O plano estratégico de gestão de ativos documenta a relação entre os objetivos organizacionais e os objetivos de gestão de ativos, e define o enquadramento para atingir os referidos objetivos. Na elaboração do plano estratégico de gestão de ativos, a organização deve: 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. Este plano inclui definição de diversos aspetos, designadamente: i) Contexto organizacional; ii) liderança; iii) planeamento; iv) apoio; v) operacionalização; vi) avaliação do desempenho (Coutinho, 2017). Vários benefícios são almejados com a aplicação de um plano de gestão de ativos: 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 (João, 2019). Para o desenvolvimento das atividades de gestão de ativos na UOLEH em estudo, foi elaborado um conjunto de processos devidamente identificados, de acordo com as normas ISO 55000 e o ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) (Viola, 2015):

Definição da estratégia e requisitos (Plan)

Na primeira etapa são definidos os objetivos estratégicos da gestão de ativos na UOLEH, isto é o que se pretende atingir com as atividades de gestão de ativos da UOLEH, quer seja a nível da fiabilidade, disponibilidade e estado de conservação. A implementação dos objetivos estratégicos de gestão de ativos foi desencadeada por: i) envelhecimento das instalações; ii) aumento das exigências do serviço; iii) aumento de exigências económicas e ambientais; iv) análise da relação de custo-eficiência. O objetivos (O) e critérios estratégicos (CE) considerados para a UOLEH são: i) O1-Sustentabilidade social (CE1.1-acessibilidade dos utilizadores ao serviço; CE1.2-garantia da qualidade da água); ii) O2-Sustentabilidade da gestão do serviço (C2.1-Reduzir as perdas de água; C2.2-garantia da adequação da infraestrutura à prestação do serviço); iii) O3-Sustentabilidade ambiental (CE3.1-Eficiência na utilização de água e de energia; C3.2-prevenção e controlo da poluição do meio hídrico).

Plano de gestão de ativos (Do)

Na **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) (MARTINS, 2015) e nas atividades de manutenção na UOLEH. Este modelo tem como finalidade aplicar as Normas ISO 55001 e propor uma metodologia aplicável em instalações de ensaios hidráulicos. Foram definidos objetivos fundamentais no caso de estudo, para o plano a implementar na UOLEH, como: i) Assegurar a melhoria contínua 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; ix) reduzir o número de avarias dos equipamentos; x) melhorar as equipas atribuídas às ações de manutenção com a finalidade de evitar a falta ou o excesso de pessoal para as tarefas; xi) melhorar a logística de peças, equipamentos e ferramentas; xii) desenvolver trabalhos de melhoria que possibilitem gerar valor para a instituição; xiii) reduzir os tempos relacionados com o aviso de incidências, diagnóstico e reparação de avarias; xiv) garantir a melhoria contínua da instalação e a qualidade do trabalho a executar pela manutenção; xv) fomentar a formação interna, a troca de conhecimentos e a participação conjunta de colaboradores com diferentes qualificações; xvi) dar

continuidade ao plano de formação e estabelecer novas ações de formação; xvii) integrar a manutenção de equipamentos por plataformas computadorizadas; xviii) elaborar a gestão da recolha e tratamento dos resíduos produzidos pelo setor da manutenção; xix) utilizar produtos e materiais com características menos agressivas para o meio ambiente; xx) cumprir anualmente o plano de manutenção elaborado. O planeamento exigente é uma garantia do excelente funcionamento das instalações e dos respetivos equipamentos.

Avaliação de desempenho (Check);

Numa fase seguinte procedeu-se à monitorização da eficiência do sistema de gestão de ativos e do desempenho desta atividade na UOLEH através de uma análise SWOT (Strengths - Forças, Weaknesses - Fraqueza, Opportunities - Oportunidades, Threats - Ameaças) e do Grau de Maturidade da instalação, para implementação de melhorias e/ou correções. A análise SWOT efetuada (Figura 2) tem como objetivo fazer o diagnóstico na UOLEH, com vista a aumentar os pontos positivos, fortalecer as oportunidades, alertando para fraquezas e ameaças.

Figura 2 – Análise SWOT efetuada à 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

Fonte: João, 2019

Determinou-se o grau de maturidade, através da ferramenta SAM (Self Assessment Methodology) do IAM (Institute of Asset Management), com o auxílio de alguns colaboradores da UOLEH, que disponibilizaram a informação necessária. 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. Na sequência

do resultados obtido das perguntas efetuadas (Figura 3), 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.

Figura 3 – Verificação do grau de maturidade do modelo proposto

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	1 (Consciência)
	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)
8	8.1	Controlo e planeamento operacional	2 (Desenvolvimento)
	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)

Fonte: João, 2019

Plano de ação (Act ou Action).

O trabalho desenvolvido nesta fase conduz a que na ocorrência de uma não conformidade ou um incidente nos ativos, na gestão de ativos ou no sistema de gestão de ativos da UOLEH sejam realizadas, de imediato, determinadas ações corretivas. No plano de manutenção da UOLEH, devem ser efetuados registos normalizados de: 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 define as atividades e as periodicidades a que os ativos devem ser sujeitos. Estes planos tem por base o equilíbrio Risco-Custo, de forma a determinar o ponto ótimo para a manutenção a efetuar. O plano de operação da UOLEH está em sintonia com o plano de manutenção e permite avaliar, em tempo real: 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 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 carácter obrigatório na avaliação da qualidade do serviço prestado. É fundamental conhecer alguns aspetos para a determinação do balanço hídrico, tais como: 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. No que se refere ao plano de risco da UOLEH, consideraram-se as ferramentas informáticas: i) de avaliação de riscos e mapeamento; ii) de previsão e alerta; iii) de verificação da segurança e de dimensionamento baseadas em métodos probabilísticos e de otimização. Consideram-se como riscos a evitar: i) perdas de água; ii) verificação constante dos equipamentos devido ao mau funcionamento. 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) associado a cada falha potencial (APDA, 2018).

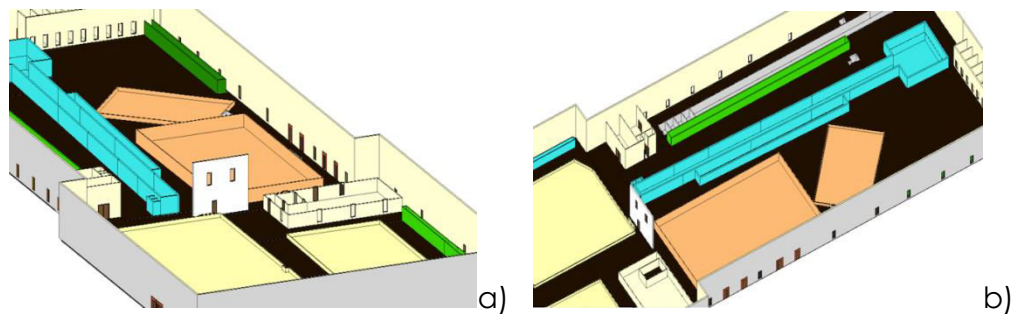
A proposta do modelo de Gestão de Ativos de acordo com a Norma ISO 55002 é bastante prático para o laboratório em estudo, permitindo a obtenção de melhorias muito significativas se implementado de forma correta. Para complementar a proposta do plano de Gestão de Ativos na UOLEH, na secção seguinte segue-se a aplicação da Gestão de Ativos com o auxílio da metodologia BIM.

4.3 Integração da Gestão de Ativos na metodologia BIM

Com o objetivo de modelar e aplicar a gestão de ativos à UOLEH, utilizando a metodologia BIM, o trabalho foi dividido em: i) Recolha de informação (plantas das instalações, tipos e características dos equipamentos, localização dos modelos físicos reduzidos, etc); ii) modelação da instalação as-build; iii) inserção no modelo BIM da

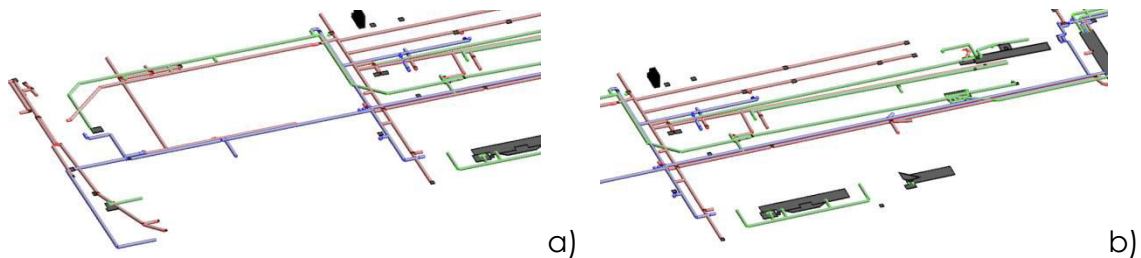
informação de operação pertinente; iv) sincronização do modelo BIM com a aplicação de Gestão de Ativos (exportação da informação para as folhas de COBie). No âmbito do trabalho foram modeladas as especialidades de Arquitetura (Figura 4) e MEP (Figura 5), tendo a especialidade de estruturas sido excluída porque os seus componentes não precisam de manutenção tão frequente e inspeções tão regulares.

Figura 4 – Vista interior do modelo de Arquitetura: a) zonas A e B _ 1; b) zonas A e B _ 2



Fonte: João, 2019

Figura 5 – Excerto de modelo MEP: a) zona A: b) zona B



Fonte: João, 2019

Quanto ao nível de detalhe utilizado, 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. 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*. 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 respectivas características não sendo necessária a utilização da informação de caracterização da *BIM Object*.

Para fazer a extensão COBie (COBie Extension 2018), isto é a exportação da informação para as folhas de COBie, a partir do programa de modelação BIM usado (Revit), é disponibilizado na página Autodesk – BIM Interoperability Tools, um plug-in, de forma a facilitar a extração da informação contida nos modelos BIM para as folhas de cálculo COBie (uma outra alternativa seria recorrer ao formato Industry Foundation Classes - IFC).

O primeiro passo para a criação das folhas de cálculo COBie foi a edição das configurações gerais, com criação da lista dos contactos por forma a gerir, editar ou excluir os contactos dos envolvidos no projeto. Nesta lista, consta o nome, o e-mail, o telefone, o endereço, entre outros. Dentro dos contactos considerou-se a classificação da OmniClass com o código 34-20 11 21 para Engenheiro Civil. Em seguida, no que se refere a configuração de parâmetros, foram editadas: i) Localização; ii) identificação, categoria-tipo e descrição-tipo; iii) espaços; iv) tipo; v) componentes; vi) sistemas; vii) atributos; viii) coordenadas; ix) horários. Posteriormente o Mapeamento de Parâmetros permitiu ignorar os parâmetros padrão da extensão COBie e usar os próprios parâmetros definidos no modelo BIM. Finaliza-se a configuração de parâmetros criando os *schedule* e os *data* nas propriedades de cada componente do modelo e também na informação do projeto.

Num segundo passo, os dados COBie aplicados aos elementos durante a criação do modelo BIM fossem editados. Para a divisão dos espaços e zonas no modelo foi tido em conta o seguinte: i) Todos os tanques, canais de ensaio e escritórios corresponderam a uma Room/space; 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/spaces. Após criação/definição, essas Zonas permitem mapeamento para qualquer uma das Rooms presentes no modelo elaborado. Foi também possível fazer seleção dos elementos e exportar (todas as famílias que se encontram no modelo) e ainda a correspondente visualização.

Para finalizar 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 de entre as dez folhas de trabalho COBie (Contact, Facility, Floor, Space, Zone, Type, Component, System, Attribute e Coordinate) as que realmente se pretende exportar. As folhas COBie encontra-se dividido segundo as fases: i) Planeamento; ii) projeto; iii) construção; iv) manutenção ou operação. Para cada fase

existem folhas de cálculo específicas. São comuns a todas fases as folhas *Contacts*, *Document*, *Attribute*, *Coordinate* e *Issue*. Na fase do Planeamento as folhas de cálculo a considerar são *Facility*, *Floor*, *Space*, *Zone* e *Type*. Para fase do Projeto as folhas de cálculo com mais ênfase são *Component*, *System*, *Assembly*, *Connection* e *Impact*. A fase da Construção engloba todas as folhas de cálculo citadas acima, sendo as que mais se destacam as *Documents*, *Types* e *Component*. Na fase de Manutenção e Operação as folhas de cálculo principais são *Spare*, *Resource* e *Job*. Nas folhas de cálculo exportadas registam-se diferentes cores, como: i) amarela e cor de laranja, que representam a informação requerida no projeto e a informação proveniente de outras folhas de cálculo, respetivamente; ii) informações na cor violeta não podem ser editadas pois pertencem ao conjunto de informações extraídas diretamente da base de dados do programa Revit; iii) informações na cor verde correspondem às informações que tiveram a opção de serem adicionadas manualmente no projeto. Apresenta-se a título de exemplo a folha de trabalho *Space* exportada do COBie referente à UOLEH objeto de estudo (Figura 6) .

Figura 6 – 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	Endsystem	EndObject	EndIdentifier	RoomTag	UsableHeight	GrossArea	NetArea
Rooms Tanque 1	svetlana_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310952	n/a	n/a	83,1423	83,1423
Rooms Canal de Incl	svetlana_mari	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_mari	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_mari	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310961	n/a	n/a	1,7161	1,7161
Rooms Canal de Incl	svetlana_mari	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310964	n/a	n/a	6,51	6,51
Rooms Canal de Incl	svetlana_mari	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310967	n/a	n/a	6,665	6,665
Rooms Canal de Incl	svetlana_mari	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310970	n/a	n/a	6,396	6,396
Rooms Canal de Incl	svetlana_mari	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	310973	n/a	n/a	6,231	6,231
Rooms Circulação	svetlana_mari	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326286	n/a	n/a	4057,1119	4057,1119
Rooms Escritorio 1	svetlana_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326315	n/a	n/a	1,9305	1,9305
Rooms Escritorio 7	svetlana_mari	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326318	n/a	n/a	7,48	7,48
Rooms Escritorio 12	svetlana_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	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_mari	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326378	n/a	n/a	503,1739	503,1739
Rooms Tanque 8	svetlana_mari	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_mari	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_mari	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_mari	2018-11-19T01	n/a	8mm Head	n/a	Autodesk R	Rooms	326404	n/a	n/a	n/a	n/a

Fonte: João, 2019

5 CONCLUSÕES

No âmbito do trabalho desenvolvido foi possível aprofundar o conhecimento sobre a Gestão de Ativos, com base nas Normas ISO 5500X tendo sido proposto 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. 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 modelação da UOLEH num software BIM integrando 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 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, sendo, no processo da exportação, a maioria da informação preenchida de forma automática, o que evita erros e omissões.

REFERÊNCIAS

- APDA (2018). **Guia Prático de Aplicação de Gestão de Ativos – Sistemas de abastecimento de água drenagem de águas residuais**. Lisboa, Portugal
- COELHO, R. (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**, RPEE, série III, n.º 04, 113–118.
- 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.
- HAMIL, D. (2012). **Building Information Modelling and Interoperability**. NBS. UK
- JOÃO, S. (2019). **Metodologia BIM aplicada à gestão de ativos**, Dissertação de Mestrado, ISEL.
- 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.

VIOLA, D. (2015). **Gestão integrada de ativos num contexto real.**

Retrieved from <http://veja.abril.com.br/>