

2023

Volume **1** | Número **2**

ISSN (ONLINE):

2975-8289

RAE

REVISTA DE ATIVOS DE
ENGENHARIA



Ficha técnica

Sede Social, Editor e Redação:

Startup Madeira — Campus da Penteada

9020-105 Funchal, Madeira

E-mail: geral@ponteditora.org

Telefone: 291 723 010

URL: [Ponteditora — Formar uma pátria de língua portuguesa tendo por base a ciência.](#)

URL (revista): [RAE — Revista de Ativos de Engenharia \(ponteditora.org\)](#)

Diretor/Editor-Chefe: Nuno Almeida, PhD

Periodicidade: Semestral

Propriedade: Ponte Editora, Sociedade Unipessoal, Lda.

NIPC: 514 111 054

Composição do Capital da Entidade Proprietária:

10.000€, 100% detido por Ana Leite, Doutoranda.

Gestão/gerência (não remunerada): Eduardo Manuel de Almeida Leite, PhD.


ISSN (online): **2184-3090**

ERC: **127195**





EQUIPA EDITORIAL

EDITOR-CHEFE


Nuno Marques Almeida  — PhD em Engenharia Civil, Professor Auxiliar, Instituto Superior Técnico, Portugal.

CONSELHO CIENTÍFICO

Ana Camanho  — PhD em Estudos Industriais e Empresariais, Professora Associada com Agregação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.

Ana Luís  — PhD em Gestão Estratégica do Risco em Entidades Gestoras de Infraestruturas de Água, Administradora Executiva AdP Internacional, Portugal.


António Aguiar Costa  — PhD em Engenharia Civil, Professor Associado, Instituto Superior Técnico, Portugal.

António Marques Cardoso  — PhD em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Professor Catedrático, Universidade da Beira Interior, Portugal.

Carla Boehl  — PhD em Engenharia e Ciência de Decisão, Assessora de administração em gestão de ativos, Fremantle Ports, Austrália.

Celso de Azevedo  — PhD em Engenharia e Gestão Industrial, CEO, Assetsman, França.

Daniel Gaspar  — PhD em Engenharia Mecânica, Investigador Pós-doutorado, Instituto Superior Técnico, Portugal.

Fernanda Coutinho  — PhD em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Professora Adjunta, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Portugal.

Filipa Salvado  — PhD em Engenharia Civil, Investigadora Auxiliar, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Portugal.


Helena Alegre  — PhD em Engenharia Civil, Investigadora Principal com Habilitação, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Portugal.

Hugo David Raposo  — PhD em Engenharia Mecânica, Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Portugal.


Hugo Rodrigues  — PhD em Engenharia Civil, Professor Associado, Universidade de Aveiro, Portugal.

Inês Flores Colen  — PhD em Engenharia Civil, Professora Catedrática, Instituto Superior Técnico, Portugal.

João Gomes Ferreira  — PhD em Engenharia Civil, Professor Catedrático, Instituto Superior Técnico, Portugal.

João Gomes Morgado  — PhD em Engenharia Civil, Responsável Gestão de Ativos — Unidade de Planeamento e Revisão, Infraestruturas de Portugal, Portugal.


João Poças Martins  — PhD em Engenharia Civil, Professor Associado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.

José Campos e Matos  — PhD em Engenharia Civil, Professor Auxiliar, Universidade do Minho, Portugal.

José Silvestre  — PhD em Engenharia Civil, Professor Associado, Instituto Superior Técnico, Portugal.


José Sobral  — PhD em Engenharia Mecânica, Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Portugal.


José Torres Farinha  — PhD em Engenharia Mecânica, Professor Coordenador, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Portugal.

Luis Andrade Ferreira  — PhD em Engenharia Mecânica, Professor Associado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.

Marta Cabral  — PhD em Engenharia Civil, Investigadora, Instituto Superior Técnico, Portugal.

Moacyr Eduardo Alves da Graça  — PhD em Engenharia Urbana e Construções Civas, Professor Coordenador do MBA Facility Management, Universidade de São Paulo, Brasil.


Mateus Mendes  — PhD em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Portugal.

Mónica Amaral Ferreira  — PhD em Engenharia Civil, Investigadora, Instituto Superior Técnico, Portugal.

Paulo Vaz Serra  — PhD em Engenharia Civil, Professor Auxiliar, Universidade de Melbourne, Austrália.

Ricardo Prata  — PhD em Engenharia e Políticas Públicas, Diretor de Gestão de Ativos, E-Redes, Portugal.

Rita Brito  — PhD em Engenharia Civil, Investigadora Auxiliar, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Portugal.

Rui Carrilho Gomes  — PhD em Engenharia Civil, Professor Auxiliar, Instituto Superior Técnico, Portugal.

CONSELHO CONSULTIVO


Jaime Gabriel Silva  — Assessor da Administração na Águas do Douro e Paiva SA, Professor Convidado no Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal.


Rui Coutinho  — Diretor Gestão de Ativos, Infraestruturas de Portugal, Portugal.

Vítor Correia  — Secretário-Geral do Observatório Internacional dos Recursos Minerais (Intraw), Bélgica.


Wagner Carvalho  — Gestor de Projetos Senior, Aegea Saneamento e Participações SA, Brasil

CONSELHO EDITORIAL

Ana Miguel Ramos Leite  — Doutoranda em Economia Política, Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, Portugal.

Azucena Marques  — Mestre em Farmácia e Química dos produtos naturais, Universidade de Salamanca, Espanha.

Edmundo de Almeida e Pais  — Doutorando em Engenharia e Gestão Industrial, Professor Auxiliar na Universidade Lusófona, Portugal.

Hugo Patrício  — Responsável Gestão de Ativos — Risco da Infraestrutura, Infraestruturas de Portugal, Portugal.

ESTATUTO EDITORIAL

- I** — A **Revista de Ativos de Engenharia**, conhecida também pelas formas abreviadas de **RAE**, é uma publicação periódica. Propriedade da Editora: Ponteditora.
- II** — A **RAE** dedica-se à pluralidade de temas que envolvem a gestão de ativos de engenharia.
- III** — A linha editorial da **RAE** publica textos inéditos dedicados à investigação científica transdisciplinar abrangendo áreas da Engenharia e da Gestão de Ativos.
- IV** — A **RAE** tem por missão fomentar a ciência em português e inglês nas suas linhas editoriais, como forma de estimular o conhecimento nas comunidades científicas.
- V** — A **RAE** é editada semestralmente, online, em língua portuguesa, sendo disseminada em todo o mundo através da Internet.
- VI** — A **RAE** terá, aproximadamente, 80 a 180 páginas.
- VII** — A **RAE** é, desde a sua génese até à atualidade, publicada na versão online.
- VIII** — A **RAE** destina-se a professores, investigadores, estudantes e profissionais, nacionais ou estrangeiros.
- IX** — A **RAE** apresenta um corpo editorial técnico e científico, aberto a académicos, investigadores e profissionais oriundos de diversas organizações e empresas relacionadas com a investigação, desenvolvimento e inovação da gestão de ativos de engenharia.
- X** — A **RAE** publica artigos académicos e científicos, originais e de revisão, bem como ensaios e resenhas/recensões críticas.
- XI** — A aprovação dos manuscritos para publicação regula-se por critérios de pertinência, interesse, qualidade científica e no respeito pela pluralidade de perspetivas. A **RAE** assume-se como independente de qualquer poder político, ideológico ou económico, e orienta-se por critérios de rigor, isenção e inclusão.
- XII** — A **RAE** publica em língua portuguesa, assim como em inglês. Em cada artigo estão incluídos o título, resumo e palavras-chave em duas línguas.
- XII** — A **RAE** publica preferencialmente em língua portuguesa, assim como em inglês. O título, resumo e palavras-chave de cada artigo poderão ser incluídos nas duas línguas.
- XIII** — A revista **RAE** edita números regulares e números especiais, confiados a investigadores credenciados das respetivas áreas de especialidade (normas para revisores), sob a escrutínio e aprovação da Equipa Editorial. Toda a colaboração é submetida a um exigente processo de seleção e revisão baseado em arbitragem científica e dois modos, cega por pares e por pares aberta.
- XIV** — Almejando os mais elevados padrões de ética na publicação, a Equipa Editorial da **RAE** inspira o seu Código de Ética nas orientações estabelecidas pelo Committee on Publication Ethics COPE; Declaration of Helsinki WMA; International Committee of Medical Journal Editors ICMJE; Animal Research: Reporting of In Vivo Experiments ARRIVE. Nesse código definem-se as responsabilidades de todas as partes envolvidas no ato de publicação da **RAE**.

- XV** — A revista **RAE** pretende promover o intercâmbio de ideias, experiências e projetos entre os autores e editores, contribuindo para a reflexão abrangente sobre o valor gerado a partir dos ativos de engenharia e para a importância deste tipo de ativos no funcionamento sustentável e resiliente das sociedades modernas.
- XVI** — A revista **RAE** disponibiliza as Normas para apresentação e publicação de artigos e uma lista anual dos revisores que colaboram na arbitragem científica dos manuscritos.
- XVII** — A Equipa Editorial da revista **RAE**, assume o compromisso de assegurar o respeito pelos princípios deontológicos e pela ética profissional dos jornalistas, assim como pela boa-fé dos leitores, nos termos nº 1 do artigo 17º da Lei de Imprensa.

ÍNDICE



Página	Título	Autor(a)s
1	DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE EM GESTÃO DE ATIVOS	José Sobral, Filipa Tancredo
17	ESTRUTURA E CONTEÚDOS DE UM PLANO DE GESTÃO DE ATIVOS	Nuno Marques de Almeida
31	ESTRATÉGIAS PARA A OTIMIZAÇÃO DA EXECUÇÃO DE PROJETOS IMOBILIÁRIOS: APLICAÇÃO À REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS EM CENÁRIOS IMPREVISTOS	Pedro Especial, Filipa Salvado, Paula Couto
45	ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DIFERENTES TIPOS DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE FACILITY MANAGEMENT E BUILDING INFORMATION MODELING	Rodrigo da Silva Varela Pedral Sampaio, António Aguiar Costa, Inês Flores-Colen
55	GESTÃO DO VALOR: UMA VISÃO NORMATIVA	Patrícia Simões, Diana Reguenga, João Clara, Daniel Gaspar, Odete Lopes
71	AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE UM SISTEMA INFORMÁTICO DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO PARA APOIO À IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO DE ATIVOS PELA NORMA ISO55001	Figueiredo, J., Braga, D., Pinto, R., Farinha, T., Raposo, H.
87	FATORES-CHAVE DE SUCESSO NA JORNADA DA GESTÃO DE ATIVOS E CERTIFICAÇÃO ISO 55001 DA E-REDES	Ricardo Prata, Miguel Freitas, Cristina Carvalho

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE EM GESTÃO DE ATIVOS

*DEVELOPMENT AND APPLICATION OF A METHODOLOGY TO RATE ASSET MANAGEMENT MATURITY
LEVELS*

[10.29073/rae.v1i2.708](https://doi.org/10.29073/rae.v1i2.708)

Receção: 20/12/2022 Aprovação: 25/01/2023 Publicação: 01/07/2023

José Sobral ^{1, 2}, Filipa Tancredo ³

¹ Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), R. Conselheiro Emídio Navarro, 1, 1959-007 Lisboa, Portugal; jsobral@dem.isel.pt

² Centro de Engenharia e Tecnologia Naval e Oceânica (CENTEC), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal; jsobral@dem.isel.pt

³ Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), R. Conselheiro Emídio Navarro, 1, 1959-007 Lisboa, Portugal; fi.tancredo@gmail.com

RESUMO

A maior parte das organizações encontra-se num período de grande revolução tecnológica, de implementação de novos procedimentos e novas formas de gestão dos seus ativos. Assim, para ir ao encontro das exigências e desafios colocados, as organizações têm vindo a desenvolver estratégias para criar o maior valor a partir dos ativos, alinhando a sua gestão aos vários níveis, por forma a extrair o máximo desempenho, com condições de segurança e com custos otimizados. Esta gestão passa por aplicar as melhores práticas em termos de gestão de ativos. No entanto, verifica-se que as organizações se encontram em patamares distintos em termos de maturidade nesta temática. O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de uma metodologia que visa identificar o nível de maturidade das organizações, de acordo com os requisitos definidos na norma ISO 55001. A abordagem apresentada diferencia-se de outras existentes, tendo um cariz aplicacional simples. A metodologia proposta foi aplicada em três organizações distintas, permitindo em cada situação observar cada grupo de requisitos e identificar as lacunas existentes em cada organização, com vista a propostas de ações específicas, conducentes a uma melhoria da gestão dos ativos físicos.

Palavras-Chave: GESTÃO DE ATIVOS, NÍVEL DE MATURIDADE, CICLO DE VIDA

ABSTRACT

Most organizations are in a period of great technological revolution, implementation of new procedures, and new ways of managing their assets. Thus, to meet the demands and challenges posed, organizations have been developing strategies to create the greatest value from assets, aligning their management at various levels to extract maximum performance, with safety conditions and optimized costs. This management involves applying the best practices in terms of asset management. However, organizations are at different levels in terms of maturity in this area. This work presents the development of a methodology that aims to identify organizations' maturity level, according to the requirements defined in the ISO 55001 standard. The presented approach differs from other existing ones, having a simple applicational nature. The proposed methodology was applied in three different organizations, allowing in each situation to observe a specific group of requirements and identify the existing gaps in each organization, with a view to making proposals for specific actions, leading to an improvement in the management of physical assets.

Keywords: ASSET MANAGEMENT, MATURITY LEVEL, LIFE CYCLE

1. INTRODUÇÃO

De acordo com IPQ (2016) e Dória (2013), um ativo corresponde a um bem, uma coisa ou uma entidade que proporciona valor à organização. Assim, é da responsabilidade dos engenheiros e gestores gerir os ativos

durante todo o seu ciclo de vida, por forma a obter o máximo valor e eficiência desde o momento da sua aquisição até os mesmos terminarem a sua função, realizando um controlo dos riscos inerentes e explorando

todas as oportunidades, com o objetivo de encontrar o equilíbrio entre desempenho, risco e custos.

Uma boa gestão dos ativos físicos possibilita realizar uma avaliação de cada situação, sendo os resultados um importante auxiliar nas tomadas de decisão, quer para novos investimentos, como para a exploração e manutenção dos ativos existentes na organização. As estratégias resultantes possibilitam gerir os investimentos a longo prazo e os orçamentos a curto prazo (Schneider, et al., 2006).

O EAMC (*European Asset Management Committee*) da EFNMS (*European Federation of National Maintenance Societies*) realizou em 2011 um inquérito onde participaram várias empresas industriais europeias, verificando-se que apesar de cerca de metade dos inquiridos aplicasse conceitos relacionados com o custo do ciclo de vida dos seus bens, apenas um terço considerava ter uma cultura pró-ativa em termos de gestão de ativos físicos (EAMC, 2012).

Anos mais tarde, em 2016, um estudo publicado pela AEM (*Asociación Española de Mantenimiento*) com a parceria da EFNMS e da FIM (*Federación Iberoamericana de Mantenimiento*), sobre a evolução da manutenção em Espanha, mostrou que apenas 7% das organizações inquiridas neste país praticava estratégias de melhoria contínua ao abrigo de uma política de gestão de ativos (AEM, 2016).

Desta forma, as organizações devem procurar avaliar o seu estado de maturidade no que respeita à gestão de ativos, antes de implementar qualquer ação estruturada, podendo proceder a uma autoavaliação no sentido de perceber em que patamar se encontram, para poder colocar em funcionamento processos, procedimentos, ferramentas e técnicas que levem à

excelência na gestão dos seus ativos. Só sabendo onde é que as organizações se encontram é que é possível estabelecer e implementar uma gestão eficiente dos ativos (Visser e Mollentze, 2006).

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de metodologia para apreciar o estado de maturidade de uma organização, tendo em consideração desenvolvimentos recentes e a publicação de especificações e normas relacionadas com a gestão de ativos. A metodologia desenvolvida assenta em questionários simples, tendo sido aplicada em três organizações distintas, onde a gestão de ativos representa um papel importante, tendo sido validada e apresentado resultados interessantes. Como resultado dessa aplicação, e após apresentar uma breve caracterização das organizações participantes, indica-se a sua maturidade para implementar técnicas relacionadas com a gestão de ativos, de acordo com cada um dos requisitos da norma ISO 55001 (IPQ, 2016b). É então possível identificar as áreas que mais carecem de melhoria, propor meios, processos, ferramentas ou tecnologias para se atingir o nível pretendido e caminhar no sentido da excelência.

O presente documento encontra-se estruturado em cinco secções, iniciando-se com uma breve introdução com o enquadramento e o objetivo a alcançar. A secção 2 apresenta uma perspetiva sobre as diversas formas para identificar a maturidade de uma organização quanto à gestão de ativos. Na secção 3 descreve-se a metodologia proposta, e suas características. Na secção 4 apresentam-se os resultados obtidos em três casos de uso de aplicação da metodologia proposta. Por fim, a secção 5 apresenta algumas conclusões e potenciais desenvolvimentos no sentido de melhoria da metodologia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

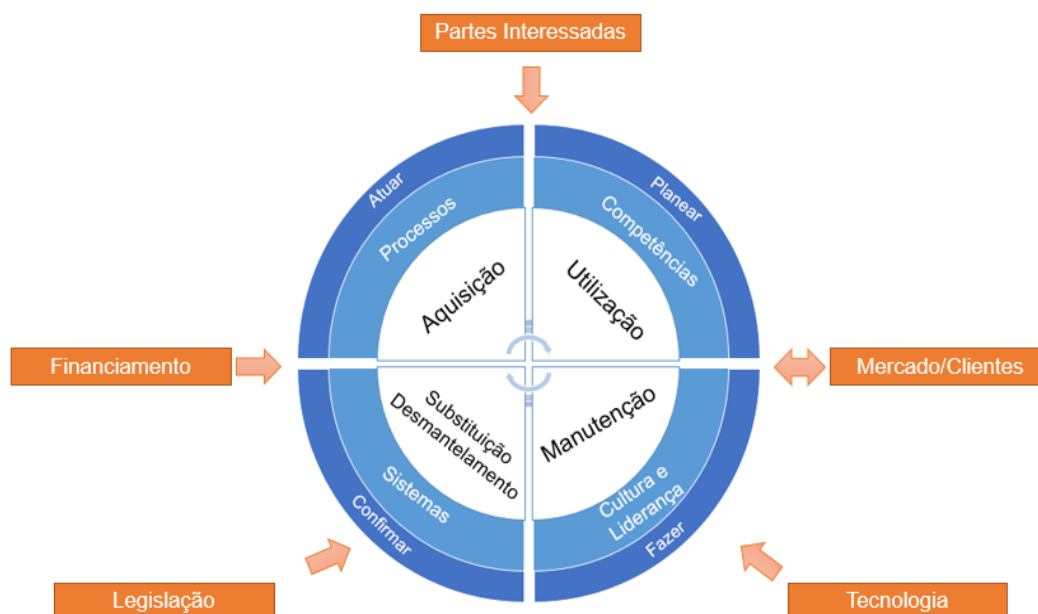
De uma forma geral pode-se afirmar que o conceito referente à gestão de ativos físicos resultou de uma necessidade em otimizar custos, riscos e desempenho ao longo do ciclo de vida (Jones, et al., 2014). Desta forma, este conceito proporciona uma integração de áreas que aparentemente não se encontram relacionadas na maior parte das organizações, integração essa que permite ter uma visão holística do tema e auxiliar no aumento da eficiência da tomada de decisões.

No entanto, verifica-se ainda existir alguma confusão relacionada com o conceito e propósito de uma gestão de ativos. Komljenovic et al. (2016) afirmam que a gestão de ativos é muitas vezes estereotipada, apresentando-se como uma nova expressão para caracterizar a manutenção e a fiabilidade, quando é muito mais do que isso. A Figura 1 representa um modelo concetual da gestão de ativos, proposto pela EFNMS, onde se encontram representadas várias atividades inerentes a todo o ciclo de vida de um ativo (EAMC, 2012).

A gestão de ativos é normalmente referida como uma abordagem que alinha os requisitos da engenharia com a área financeira, de forma a atingir as metas de uma organização (Mehairjan, 2017), ou dito de outra forma, a gestão de ativos encontra a melhor combinação de procedimentos, para que as organizações alcancem os objetivos previamente definidos (Davis, 2015). No entanto, verifica-se que ainda é um conceito fortemente relacionado com a área financeira, referindo o conceito com a tomada de decisão em investimentos e correspondente maximização do seu retorno, satisfazendo simultaneamente a máxima tolerância ao risco e os requisitos das partes interessadas (Mehairjan, 2017). Quando se coloca pelo meio a engenharia, é necessário incluir a sua aplicação a ativos tangíveis, como os ativos físicos, havendo uma vida limitada a considerar. De uma forma simples, a gestão de ativos procura atuar nos ativos, fazendo uso dos mesmos por forma a maximizar o seu valor (IAM, 2015).

Cada organização deve definir o valor a extrair para a seguir identificar a forma de o

Figura 1 - Modelo concetual da gestão de ativos, segundo a EFNMS Fonte: Adaptado de (EAMC, 2012)



realizar, numa perspetiva global de otimização entre desempenho, risco e custos, ao longo do ciclo de vida dos ativos (Shah et al., 2017). Entenda-se como ciclo de vida como o ciclo de atividades que o ativo realiza enquanto cumpre a função para o qual foi adquirido (Department of Local Government, 2011), desde a sua fase inicial de projeto até à sua desativação e posterior abate (Farinha, et al., 2013). Esta forma de pensar, muitas vezes diferente do habitual, implica uma transformação do alinhamento e da cultura das organizações.

Com o crescente aumento da disponibilidade de informação e de um maior número de técnicas e tecnologias, é importante identificar qual o melhor caminho para que uma organização seja bem-sucedida na gestão dos seus ativos. De acordo com a IBM (2013), a primeira tarefa a realizar é identificar o nível de maturidade em que a organização se encontra e perceber como a mesma se encontra relativamente às boas práticas na gestão de ativos.

Os modelos para identificação do estado de maturidade são ferramentas amplamente utilizadas para avaliar processos de negócios e o comportamento das organizações (Proença & Borbinha, 2016). Estes modelos oferecem uma estrutura organizada e sistemática de modo a auxiliar na melhoria do desempenho. Segundo Volker et al. (2012), a utilização destes modelos tem a vantagem de poder identificar os pontos fortes e os pontos fracos da organização, de acordo com os objetivos pretendidos, possibilitando que se defina procedimentos, realizando uma priorização eficiente das ações.

Foi pela primeira vez, em 2008, que o IAM (*Institute of Asset Management*) introduziu uma metodologia de avaliação da maturidade na gestão de ativos, designada por PAM (*PAS 55 Assessment*

Methodology). Tratava-se de uma ferramenta do tipo questionário que explorava a maturidade da gestão de ativos de uma organização em conformidade com os requisitos da PAS 55 (BSI, 2008) através de uma autoavaliação que permite verificar as lacunas num sistema de gestão de ativos, sem que para isso houvesse a necessidade de recorrer a ajuda ou consultoria externa. Desde essa altura inúmeras organizações desenvolveram os seus modelos tendo por base a PAM para determinar a sua condição inicial e controlar cada momento da jornada referente à implementação da PAS 55 (Beck, 2016).

No entanto, com a publicação da norma ISO 55001, o IAM deparou-se com a necessidade de atualizar a ferramenta anteriormente desenvolvida. O objetivo agora era permitir que as organizações também pudessem medir a sua conformidade com os requisitos da norma ISO 55001. Nesta sequência, foi desenvolvida a metodologia SAM (*Self-Assessment Methodology*), aplicável a diferentes sectores, combinando a PAS 55 com a ISO 55001. De referir que a SAM foi deliberadamente concebida de forma a manter o mesmo aspeto apresentado para a PAM (IAM, 2014). As metodologias de avaliação do IAM foram desenvolvidas com o objetivo de servirem de estrutura para uma dada organização realizar a sua própria avaliação, identificando os pontos fortes e fracos, em conformidade os requisitos da PAS 55 e da ISO 55001 (Coelho, 2015).

Os níveis de maturidade utilizados nas diversas ferramentas correspondem a um determinado estado em que a organização se encontra. Apesar de a PAM e a SAM serem basicamente semelhantes, estas apresentam escalas diferentes.

A PAM indica 5 níveis de maturidade relativamente aos 28 requisitos da PAS 55 (BSI, 2008), nomeadamente:

- Nível de Maturidade 0 - Aprendizagem;
- Nível de Maturidade 1 - Aplicação;
- Nível de Maturidade 2 - Incorporação;
- Nível de Maturidade 3 - Otimização e integração;
- Nível de Maturidade 4 - Para além da PAS 55.

Por outro lado, a SAM, incidindo sobre a norma ISO 55001 (IPQ, 2016b) está preparada para identificar os seguintes níveis de maturidade:

- Nível de maturidade 0 - Inocência;
- Nível de maturidade 1 - Consciência;
- Nível de maturidade 2 - Desenvolvimento;
- Nível de maturidade 3 - Competente.

No entanto, a ferramenta SAM ainda considera mais 2 níveis (Otimizado e Excelente), correspondendo a situações em que os requisitos da norma ISO 55001 foram cumpridos e ultrapassados, respetivamente.

Apesar de a PAM, a SAM e outras metodologias derivadas se encontrarem de certa forma a serem aplicadas em autoavaliações pelas organizações, não são muitos os trabalhos que se encontram publicados. Relativamente à identificação do nível de maturidade de uma organização quanto à gestão de ativos físicos, é de referir o trabalho apresentado por Sobral & Tancredo (2022), sendo essa referência a base para a realização do presente trabalho.

No entanto, modelos de aferição da maturidade são comuns, nomeadamente para aferir o nível de digitalização das organizações (Nebati et al., 2023), a posição relativamente à aplicação dos conceitos inerentes à Indústria 4.0 (Kieroth, et al., 2022; Elibal & Özceylan, 2022; Simetinger & Basl, 2022), Indústria 5.0 (Hein-Pensel, et al., 2023), em relação à Manutenção Produtiva Total (TPM) (Sobral & Coelho, 2022), ou mesmo para identificar o nível de maturidade de uma organização na área da

manutenção (Andrade et al., 2022; Nemeth et al., 2019), entre outros modelos de maturidade aplicados a outras áreas distintas.

De facto, só conhecendo o estado de maturidade em que uma organização se encontra será possível avaliar e compreender as melhores estratégias relativamente à gestão de ativos, e onde se devem concentrar essas atividades. De acordo com a GFMAM (2015), é exetável que uma organização que demonstre maturidade na gestão de ativos seja capaz de prever e responder eficazmente, tanto às constantes mudanças, como às necessidades e expectativas das partes interessadas (*stakeholders*).

3. METODOLOGIA

A metodologia proposta no presente trabalho teve em consideração um modelo de análise de maturidade desenvolvido por D'Alesio (2012), que apresenta uma agregação dos pontos fortes de outros dois modelos, nomeadamente o modelo TeSeM (*Technological and Maintenance Services*) e modelo TUDelft (*Delft University of Technology*).

Apesar de inspirada em modelos existentes, a metodologia pode ser considerada inovadora, e desta forma apresentando mais valias científicas, por apresentar uma adequação do modelo desenvolvido por D'Alesio (2012) a uma área ainda não explorada, nomeadamente à gestão de ativos físicos, e mais concretamente observando os requisitos de uma norma internacional como índices de apreciação da maturidade de uma organização.

A metodologia tem por base uma análise de conformidade com os requisitos da norma ISO 55001, correspondendo a uma representação dos índices de apreciação,

consistentes com cada uma das suas cláusulas, nomeadamente:

- Contexto organizacional;
- Liderança;
- Planeamento;
- Apoio;
- Operacionalização;
- Avaliação do desempenho;
- Melhoria.

A metodologia assenta num questionário, tendo-se definido uma divisão em 5 níveis de maturidade: Inicial; Gerido; Definido; Gerido quantitativamente; Otimizado. Estes níveis são representados como linhas de uma matriz resultante 5x7, sendo as colunas desta matriz usadas para a representação dos índices de apreciação anteriormente referidos.

Pela divisão de cada índice de apreciação pelos sete requisitos inerentes a um sistema de gestão de ativos, e interpretando os tópicos relevantes em cada um desses requisitos, foi possível atribuir ponderações sobre o comportamento de cada índice de apreciação em cada um dos níveis de maturidade.

Na matriz são indicadas as características da organização face aos diferentes requisitos da norma, devendo na sua interpretação ter em consideração que estando num determinado nível de maturidade, isso pressupõe que o conteúdo de todos os níveis anteriores foi atingido.

O questionário foi dividido em duas partes:

- Parte I: Caracterização da organização - O questionário começa com perguntas de cariz de informação geral de forma a caracterizar a organização, para se registar qual é o setor que caracteriza a organização, se é uma pequena, média ou grande empresa, quantos funcionários tem à sua responsabilidade e se pratica

maioritariamente uma manutenção preventiva ou corretiva, entre outras questões. A importância desta primeira parte remete à necessidade de conhecer melhor a organização para que, à posteriori, se consiga interpretar e justificar alguns dos resultados obtidos;

- Parte II: Gestão de Ativos – Na segunda parte do questionário a análise foi dividida em 7 partes, representando cada um dos requisitos da norma ISO 55001 (índices de apreciação). Esta divisão prede-se ao facto de que, para conseguir catalogar uma organização de acordo com o seu nível de maturidade em cada um dos sete índices da matriz resultante, é necessário garantir que a estrutura do questionário e a posterior interpretação dos resultados sejam feitas de forma clara e coerente.

A Parte II consiste em 103 perguntas (9 sobre o “Contexto organizacional”, 18 sobre a “Liderança”, 15 sobre o “Planeamento”, 23 sobre o “Apoio”, 11 sobre a “Operacionalização”, 17 sobre a “Avaliação do desempenho” e 10 sobre a “Melhoria”) que, pela extensão dos respetivos textos, não é passível de serem apresentadas no presente trabalho.

Para cada questão englobada na Parte II recorreu-se à estrutura de resposta fechada, tendo sido atribuídas 4 respostas possíveis, nomeadamente “Nunca”, “Raramente”, “Quase sempre” e “Sempre”. Pelo fato de existirem apenas 4 respostas possíveis para cada questão faz com que não exista uma ligação direta para os 5 níveis de maturidade. Por exemplo, a categoria “Raramente” pode tanto representar o nível 2 como também o nível 3 da matriz, pelo que se optou por atribuir a classificação de cada

questão em número de créditos. Cada nível de maturidade terá uma importância compreendida entre 0 e 9 créditos (ver Tabela 1), dando assim uma classificação suficientemente espaçada a cada resposta e podendo, através de uma média, classificar o estado de maturidade da organização.

Tabela 1 - Créditos para cada resposta

Resposta	Créditos
Sempre	9
Quase sempre	5
Raramente	2
Nunca	0

A média será calculada para cada grupo de questões, em percentagem, segundo a divisão do somatório dos créditos obtidos em cada resposta pelo valor máximo admitido em cada grupo, ou seja, pelo número total de créditos possível:

$$m\acute{e}dia = \frac{\sum_{i=1}^N n^{\circ} \text{créditos}}{\text{Total do } n^{\circ} \text{créditos}}$$

Depois da determinação da média será realizado um enquadramento do nível de maturidade no respetivo índice de apreciação, tendo em consideração aos intervalos percentuais definidos na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação para cada nível de maturidade da matriz resultante

Nível de Maturidade	Percentagem [%]
5 – Otimizado	80.01 – 100.00
4 – Gerido quantitativamente	60.01 – 80.00
3 – Definido	40.01 – 60.00
2 – Gerido	20.01 – 40.00
1 – Inicial	0.00 – 20.00

Por forma a melhor visualizar o estado de maturidade da organização em cada um dos índices de apreciação do sistema de gestão de ativos, utiliza-se um gráfico tipo radar, um pouco inspirado nas ferramentas PAM e SAM.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por forma a testar e validar a metodologia proposta foram realizados 3 casos de uso em diferentes organizações em Portugal, tentando assim identificar o estado individual de maturidade relativamente a um sistema de gestão de ativos. Por questões de confidencialidade relativamente às organizações participantes, estas não serão identificadas, nem mencionados nomes dos respetivos intervenientes. No entanto, cada uma das organizações em causa terá uma breve descrição das suas características.

4.1. CASO DE USO #1

O primeiro caso de uso refere-se a uma organização do setor das indústrias transformadoras líder do seu mercado, adiante designada por Organização #1 (O1). Com o objetivo de aumentar os seus lotes

de produção, é uma organização versátil no equipamento utilizado, onde a idade média de funcionamento dos equipamentos atualmente em operação é inferior a 12 anos. As suas instalações estão localizadas no distrito de Lisboa e ocupam uma área industrial superior a 7000 m².

É de referir que no quotidiano raramente se utiliza a designação “gestão de ativos” quando se deseja referenciar equipamentos ou instalações, admitindo-se ser uma terminologia pouco conhecida no seio da organização.

No que diz respeito à manutenção, a O1 conta com cerca de 10 colaboradores sendo o responsável por estas atividades o diretor de Manutenção, participante na análise. As respostas obtidas permitiram obter os resultados apresentados na Tabela 3.

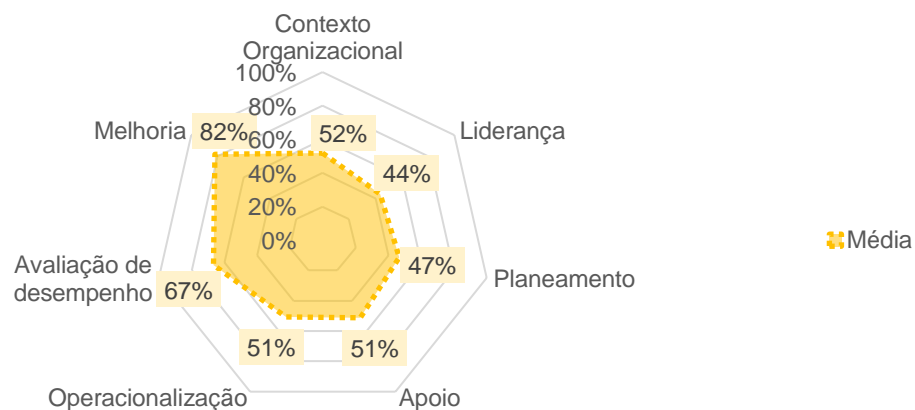
Na Figura 2 é possível verificar que os índices de apreciação “Liderança” e “Planeamento” encontram-se num estado inferior a 50%, o “Contexto Organizacional”, “Apoio” e “Operacionalização” abaixo de 60%, seguido do índice de “Avaliação de desempenho” com 67% e, finalmente, com alguma diferenciação, a “Melhoria” com uma percentagem superior a 80%.

Tabela 3 - Resultados do Caso de Uso - Organização #1

Requisitos ISO 55001	Total Perguntas	Mín. (créditos)	Máx. (créditos)	Total (créditos)	Média	%
Contexto Organizacional	9	0	81	42	4.67	52
Liderança	18	0	162	71	3.94	44
Planeamento	15	0	135	63	4.20	47
Apoio	23	0	207	106	4.61	51
Operacionalização	11	0	99	50	4.55	51
Aval. do desempenho	17	0	153	102	6.00	67
Melhoria	10	0	90	74	7.40	82

Figura 2 - Diagrama Radar referente ao Caso de Uso #1

ESTADO DE MATURIDADE O1



De uma forma resumida pode-se concluir que o estado de maturidade da O1 encontra-se no terceiro nível, “Gerido” (≈56%). Conforme referido, o índice de apreciação que mais se destaca é a “Melhoria”, o que significa que as práticas da O1 estão fundamentalmente focadas numa política de melhoria contínua. Constatou-se que é uma organização que reconhece a importância de planear os processos de modo a gerir os ativos e os seus ciclos de vida, no entanto, ainda procura melhorar a sua maturidade no que diz respeito ao controlo e identificação de riscos, visto que tanto o “Planeamento” como a “Operacionalização” encontram-se num estado “Definido”.

Verificou-se também que a organização raramente considera os riscos para alcançar os resultados pretendidos, pois os riscos associados a qualquer mudança planeada nem sempre são avaliados. No entanto, dentro da organização a responsabilidade de gerir os riscos está claramente atribuída e é quase sempre assegurado que os riscos relacionados com a gestão de ativos são considerados pela abordagem de gestão de risco da organização.

Outro aspeto positivo da organização, mas que ainda pode ser melhorado, é a capacidade de integrar processos, atividades e dados de gestão de ativos com outras funções organizacionais (ex. qualidade, contabilidade, segurança, risco e recursos humanos). Este aspeto é bastante importante para uma boa gestão de ativos, e a O1 pratica quase sempre esta forma organizacional. Com o questionário compreende-se que a informação nem sempre é entendida em todos os níveis da organização e que a comunicação entre a gestão de topo e os trabalhadores não é fortemente vinculada, o que não motiva a uma cultura de mudança, que acaba por prejudicar o desempenho final da organização.

O índice com menor percentagem de nível de maturidade é a “Liderança” (≈44%) o que significa que para existirem melhorias globais no seio da organização, as grandes alterações a serem feitas recaem na gestão de topo e na forma como estes se comportam e abordam os problemas com o resto dos intervenientes.

4.2. CASO DE USO #2

Relativamente à segunda organização, designada Organização #2 (O2), é dada a informação que pertence ao setor das indústrias transformadoras. Encontra-se sediada no distrito de Lisboa, é uma organização que se encontra em funcionamento há mais de 20 anos, com cerca de 10 a 50 colaboradores, podendo

assim representar uma pequena ou média empresa.

A organização O2 é certificada num vasto grupo de normas, como no Sistema de Gestão da Qualidade (ISO 9001), Sistema de Gestão em Segurança e Higiene (ISO 18000) e Sistema de Gestão Ambiental (ISO 14000). Apesar da norma ISO 55001 não ser totalmente desconhecida na gestão diária dos ativos físicos nesta organização, os conceitos e métodos ainda não são inteiramente conhecidos pela maioria dos colaboradores. Nos próximos anos, a única certificação ambicionada pela O2 é através da norma ISO 31000, para a gestão de riscos.

As respostas foram dadas pelo Responsável da Manutenção, que tem ao seu cargo gerir as atividades de manutenção, reparação e substituição de instalações e ativos. As respostas obtidas permitiram obter os resultados apresentados na Tabela 4.

Através de uma análise dos resultados obtidos verifica-se que todas as médias percentuais apresentam valores iguais ou superiores a 90%, o que significa que a O2 se encontra otimizada em todos os índices de apreciação da matriz resultante, não necessitando no imediato de grandes alterações ou melhorias. Como foi referido na descrição relativa à O2, por esta afirmar não estar a aplicar os princípios da gestão de ativos, fez com que os resultados alcançados fossem de certa forma inesperados. Graficamente os resultados de cada índice de apreciação podem ser visualizados na Figura 3.

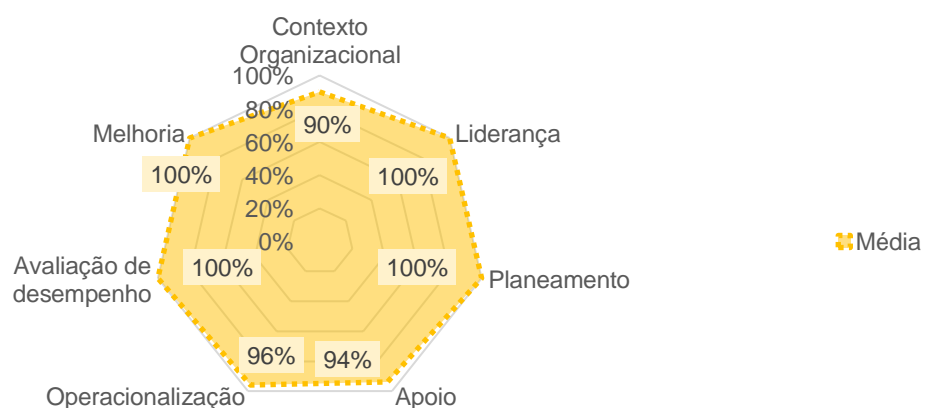
Desta forma, pode-se concluir que a organização O2 se encontra num nível de excelência em todos os índices de apreciação, sendo encorajador que a gestão de topo e responsáveis procurem ir para além do espectável, isto é, que consigam continuar a implementar técnicas de melhoria contínua de modo a competirem com vantagens dentro do seu mercado. Por outro lado, também seria vantajoso a O2 procurar uma certificação em sistema de gestão de ativos, visto que o seu plano de ação está em conformidade com praticamente todos os requisitos da norma ISO 55001.

Tabela 4 - Resultados do Caso de Uso - Organização #2

Requisitos ISO 55001	Total Perguntas	Mín. (créditos)	Máx. (créditos)	Total (créditos)	Média	%
Contexto Organizacional	9	0	81	73	8.11	90
Liderança	18	0	162	162	9.00	100
Planeamento	15	0	135	135	9.00	100
Apoio	23	0	207	194	8.43	94
Operacionalização	11	0	99	95	8.64	96
Aval. do desempenho	17	0	153	153	9.00	100
Melhoria	10	0	90	90	9.00	100

Figura 3 - Diagrama Radar referente ao Caso de Uso #2

ESTADO DE MATURIDADE O2



4.3. CASO DE USO #3

O último caso de uso de aplicação da metodologia proposta contou com a participação de uma organização do sector do comércio por grosso e a retalho. A Organização #3 (O3) tem mais de 250 colaboradores em funções e as suas instalações têm, em média, mais de 20 anos. De acordo com a informação recolhida foi possível determinar que o conceito “gestão de ativos” é muitas vezes utilizado para nomear equipamentos e instalações existentes, embora raramente se utilizem as indicações apresentadas na norma ISO 55001 na gestão diária dos ativos.

A O3 encontra-se certificada na Norma OHSAS 18000 – “Sistema de Gestão e Segurança e Higiene” e na Norma ISO 14000 – “Sistema de Gestão Ambiental”, não tendo indicado a intenção de se certificar noutra norma ou obter qualquer certificação específica nos próximos anos. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 5.

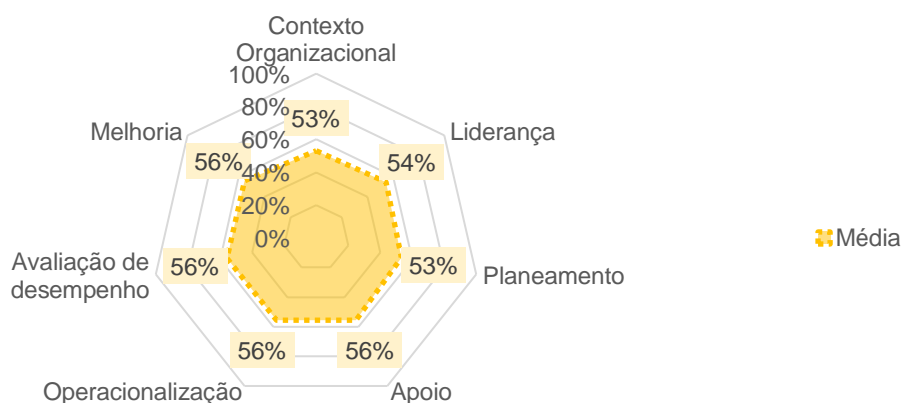
Desta forma, é possível verificar que todos os índices de apreciação apresentam uma percentagem de cerca de 50%, o que significa que, no global, a organização O3 exhibe um nível de maturidade de nível três, isto é, “Definido”. A Figura 4 permite visualizar cada um dos índices de apreciação e os valores alcançados.

Tabela 5 - Resultados do Caso de Uso - Organização #3

Requisitos ISO 55001	Total Perguntas	Mín. (créditos)	Máx. (créditos)	Total (créditos)	Média	%
Contexto Organiz.	9	0	81	43	4.78	53
Liderança	18	0	162	88	4.89	54
Planeamento	15	0	135	72	4.80	53
Apoio	23	0	207	115	5.00	56
Operacionalização	11	0	99	55	5.00	56
Aval. do desempenho	17	0	153	85	5.00	56
Melhoria	10	0	90	50	5.00	56

Figura 4 - Diagrama Radar referente ao Caso de Uso #3

ESTADO DE MATURIDADE O3



Relativamente à O3 verifica-se que não existe um índice de apreciação que se destaque dos restantes pois, em média, o estado de maturidade global encontra-se no terceiro nível de maturidade, “Definido”, com uma média de cerca de 55%. No entanto, através de uma análise mais pormenorizada das respostas obtidas no índice “Liderança”, verifica-se que a gestão de topo tem uma postura bastante positiva na demonstração da sua chefia e compromisso, necessitando apenas de reforçar e melhorar a comunicação da importância de uma gestão de ativos eficaz, algo que a mesma reconhece nas respostas dadas ao índice de apreciação “Operacionalização”.

Neste mesmo índice de “Operacionalização”, pode-se concluir também que a gestão de riscos assume um papel importante, pois foi demonstrado que se *“reconhece a importância (...) da monitorização dos riscos”*. Na O3, as tarefas inerentes à gestão do risco são atribuídas ao responsável pela Segurança, Qualidade e Meio-ambiente. Desta forma, por forma a melhorar o nível de maturidade seria aconselhável estender o campo de ação da gestão do risco também para os ativos físicos da organização.

A referir também outro aspeto importante para a gestão de ativos prende-se com a forma como são geridos os respetivos ciclos de vida. Através de uma análise mais detalhada, foi possível concluir a partir do índice de apreciação “Planeamento” que a O3 reconhece *“a importância de planejar os processos de modo a gerir os ativos e os seus ciclos de vida”*. Desta forma, seria importante que os ciclos de vida fossem claramente tidos em conta para que a O3 aumentasse o seu nível de maturidade, pelo que se sugere a criação de um orçamento específico dedicado à manutenção (visto que não existe nenhum), podendo dessa forma auxiliar no planeamento de atividades

de substituição de ativos físicos e, principalmente, na prevenção de custos desnecessários e da própria produtividade da organização.

Por fim, algo que é notório em diferentes índices de apreciação é a falta de documentação atualizada e disponível para os elementos da organização e para todas as partes interessadas. A informação sobre os ativos deve ser cuidadosamente documentada e atualizada de modo a conhecer-se o historial de determinado ativo físico e a facilitar-se a comunicação entre as diferentes partes. Isso pode ser conseguido se a gestão de topo assumir uma posição de liderança e distribuir responsabilidades de forma a cumprir este objetivo.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho propõe uma metodologia com o objetivo de, ao ser aplicada, se possa determinar o estado de maturidade de uma organização no que respeita à existência de um sistema de gestão de ativos, tal como se encontra preconizado na norma ISO 55001. O cumprimento dos requisitos descritos na referida norma permite ter uma boa gestão de ativos, uma vez que consubstancia um equilíbrio entre desempenho, risco e custos, permitindo tirar dos mesmos o maior valor potencialmente possível, e consequente sucesso da organização a vários níveis.

A metodologia proposta tem por base a criação de um questionário dividido em duas partes: a primeira onde de uma forma geral se caracteriza a organização, e a segunda onde se se faz a aferição do estado de maturidade, propriamente dito. Nesta segunda parte as questões foram separadas em 7 grupos distintos, correspondendo cada um destes grupos a um tópico ou requisito da norma ISO 55001, designado por índice de apreciação. Para

cada um dos grupos uma dada organização pode realizar uma autoavaliação, cujas respostas levarão a uma caracterização de cada índice e a uma classificação ou nível de maturidade em que a organização se enquadra para cada um dos referidos índices.

Os resultados obtidos em cada caso de uso da aplicação da metodologia permitiram avaliar o estado das organizações, conseguindo-se realçar os pontos positivos e aqueles em que a organização precisa de trabalhar ou modificar para melhorar o seu comportamento. Os responsáveis pela gestão dos ativos ficaram assim em posse de informação valiosa e sustentada, que permite aferir quais os campos da norma ou os requisitos onde é necessário envidar mais esforços por forma a conseguir o máximo desempenho com o mínimo de custos e assegurando uma gestão eficaz do risco. Desta forma, podem ser posteriormente comparadas as realidades referentes às situações do antes e do depois da implementação das medidas. Esta é a mais-valia da metodologia proposta.

Apesar de ter havido uma demonstração e validação da metodologia, a experiência nos referidos casos de uso permite aconselhar que na aplicação prática da mesma as respostas sejam dadas por mais de um interveniente ou responsável, incluindo também participantes por parte da gestão de topo da organização. Desta forma, evitam-se caracterizações incorretas ou de certa forma afastadas da realidade. O objetivo passa por identificar verdadeiramente o comportamento da organização, sem receio de apontar erros, lacunas ou problemas.

Um dos grandes desafios do presente trabalho passou pela interpretação da norma ISO 55001, por forma a construir um questionário, uma vez que a referida norma apresenta um conjunto de requisitos essenciais para a aplicação de um sistema

de gestão de ativos, mas não explica como a gestão deve ser executada nem como esta pode proporcionar valor e minimizar riscos.

Seria interessante verificar se a opção de resposta fechada a cada uma das questões é a forma mais indicada, pois o facto de se colocar em cada questão as respostas “Nunca/Raramente/Quase Sempre/Sempre”, pode fazer com que a escolha de resposta seja menos cuidada ou adequada. Assim, para cada cenário em questão, descrever nas respostas diferentes comportamentos, permitiria eventualmente aos inquiridos selecionar uma resposta que melhor caracteriza a sua organização relativamente a cada questão em apreço.

REFERÊNCIAS

- AEM (2016). El Mantenimiento en España: Encuesta sobre la Evolución y Situación del Mantenimiento en España. Valencia, España: Grupo Ferpuser.
- Andrade, W.W.A. de, Oliveira, M.A. de & Vieira, R.K. (2022). Evaluation of maintenance management of a thermoplastic industry using maintenance maturity model. *Procedia Computer Science*, 204, 635-642.
- Beck, M. (2016). SAM+: Measuring the journey to excellence in Asset Management. *Water & Gas Distribution*, 39-40.
- BSI (2008). PAS 55-1 - Asset Management - Part 1: Specification for the optimized management of physical assets. British Standards Institution, London.
- Coelho, R. W. (2015). Aplicação do conceito de Gestão de Ativos Físicos numa Estação Elevatória de Águas. (Trabalho Final de Mestrado). Lisboa: ISEL.
- D'Alesio, C. (2012). Maturity assessment of physical asset management practices in manufacturing plants and infrastructures.

- (Trabalho Final de Mestrado). Milano: Scuola di Ingegneria dei Sistemi - Politecnico di Milano.
- Davis, R. (2015). *An Introduction to Asset Management - A simple but informative introduction to the management of physical assets*. Chester: The Institute of Asset Management.
- Department of Local Government (2011). *Asset Management Framework and Guidelines*. Australia: Government of Western Australia.
- Dória, R. (2013). *Gestão de Ativos Físicos*. *Revista Manutenção*, nº 118, 42, Publindústria.
- EAMC (2012). *EFNMS Asset Management Survey 2011. How organizations manage their physical assets in practice*. (EFNMS) European Federation of National Maintenance Societies.
- Elibal, K. & Özceylan, E. (2022). Comparing industry 4.0 maturity models in the perspective of TQM principles using Fuzzy MCDM methods. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121379.
- Farinha, J., Ferreira, L. A., & Sobral, J. (2013). *LCC - Custo do Ciclo de Vida, sua relevância para a Gestão de Ativos Físicos*. *Revista Manutenção*, nº 118, 44-48.
- GFAM (2015). *Asset Management Maturity - A position Statement (1ª ed.)*. English version: Global Forum on Maintenance & Asset Management.
- Hein-Pensel, F., Winkler, H., Brückner, A., Wölke, M., Jabs, I., Mayan, I.J., Kirschenbaum, A., Friedrich, J & Zinke-Wehlmann, C. (2023). Maturity assessment for Industry 5.0: A review of existing maturity models. *Journal of Manufacturing Systems*, 66, 200-210.
- IAM (2014). *The Self-Assessment Methodology - Guidance*. United Kingdom: The Institute Asset Management.
- IAM (2015). *Asset Management - an anatomy (Vol. 3)*. Bristol, United Kingdom: The Institute Asset Management.
- IBM (2013). *Gestão de activos: edifícios inteligentes e sustentáveis*. Executive Report, 3-11.
- IPQ (2016). *NP EN 55000 - Gestão de ativos - Visão geral, princípios e terminologia*. Monte da Caparica, Instituto Português da Qualidade, Portugal.
- IPQ (2016b). *NP EN 55001 - Gestão de ativos - Sistema de gestão de ativos - Requisitos*. Monte da Caparica, Instituto Português da Qualidade, Portugal.
- Jones, M., Williams, W., & Stillman, J. (2014). The evolution of asset management in the water industry. *Journal American Water Works Association*, 140-148.
- Kieroth, A., Brunner, M., Bachmann, N., Jodlbauer, H. & Kurz, W. (2022). Investigation on the acceptance of an Industry 4.0 maturity model and improvement possibilities. *Procedia Computer Science*, 200, 428-437.
- Komljenovic, D., Gaha, M., Abdul-Nour, G., Langheit, C., & Bourgeois, M. (2016). Risks of extreme and rare events in Asset Management. *Safety Science*, 88, 129-145.
- Mehairjan, R. P. (2017). Chapter 2 - Asset, Risk and Maintenance Management. Em *Risk-Based Maintenance for Electricity Network Organizations* (pp. 9-30). Switzerland: Springer International Publishing AG.
- Nebati, E.E., Ayvaz, B. & Kusakci, A.O. (2023). Digital transformation in the defense industry: A maturity model combining SF-

AHP and SF-TODIM approaches. *Applied Soft Computing*, 132, 109896.

Nemeth, T., Ansari, F. & Sihn, W. (2019). Maturity Assessment Procedure Model for Realizing Knowledge-Based Maintenance Strategies in Smart Manufacturing Enterprises. *Procedia Manufacturing*, 39, 645-654.

Proença, D., & Borbinha, J. (2016). Maturity Models for Information Systems - A State of the Art. *Procedia Computer Science*, 100, 1042-1049.

Schneider, J., Armin, J. G., Neumann, C., Hogräfer, J., WellBow, W., Schwan, M., & Schnettler, A. (2006). Asset Management Techniques. *Electrical Power and Energy Systems*, 28, 643-654.

Shah, R., McMann, O., & Borthwick, F. (2017). Challenges and prospects of applying asset management principles to highway maintenance: A case study of the UK. *Transportation Research*, 97, 231–243.

Simetinger, F. & Basl, J. (2022). A pilot study: An assessment of manufacturing SMEs using a new Industry 4.0 Maturity Model for Manufacturing Small- and Middle-sized Enterprises (I4MMSME). *Procedia Computer Science*, 200, 1068-1077.

Sobral, J. & Coelho, J. (2022). Development of a model to assess total Productive

Maintenance in an industrial facility. *SIE 2022. Proceedings of the 8th International Conference on Industrial Engineering*, 62-65. ISBN 978-86-6060-131-7. Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Serbia.

Sobral, J. & Trancredo, F. (2022). Identificação do nível de maturidade de uma organização na gestão de ativos físicos. *Fundamentos e Perspetivas de Inovação na Gestão de Ativos - Coleção Ativos de Engenharia. Livro de Resumos do 1^o Congresso Nacional de Engenharia e Gestão de Ativos*, 32. ISBN 978-989-99820-6-2. Ponteditora.

Visser, J., & Mollentze, J. (2006). An Auditing Process to Improve Asset Management Performance. In J. Mathew, J. Kennedy, M. L., A. Tan, & D. Anderson (Ed.), *Proceedings of the 1st World Congress on Engineering Asset Management (WCEAM)* (pp. 65-72). London: Springer-Verlag London Ltd.

Volker, L., Lei, T. v., Boomen, M. v., Velde, J. v., Wessels, P., Ligtoet, A., & Herder, P. (2012). Continued Learning in Asset Management for the Dutch Transport Network. *Third International Engineering Systems Symposium* (pp. 18-20). Delft: Delft University of Technology.

PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar. **Revisão por pares:** Dupla revisão anónima por pares.



Todo o conteúdo da [Revista de Ativos de Engenharia](#) é licenciado sob *Creative Commons*, a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.




ESTRUTURA E CONTEÚDOS DE UM PLANO DE GESTÃO DE ATIVOS

STRUCTURE AND CONTENTS OF AN ASSET MANAGEMENT PLAN

[10.29073/rae.v1i2.643](#)

Receção: 09/06/2022 Aprovação: 23/09/2023 Publicação: 01/07/2023

Nuno Marques de Almeida ¹,

¹ Instituto Superior Técnico; nunomarquesalmeida@tecnico.ulisboa.pt; Porvalor; nma@porvalor.pt

RESUMO

É amplo o debate sobre os desafios crescentes para as entidades gestoras de ativos de engenharia, tais como redes de energia, transportes, água, ou portefólios de edifícios dos setores da saúde, da educação, da justiça, da administração, entre outros sistemas de ativos de engenharia que suportam o funcionamento das sociedades. Muitos destes sistemas estão envelhecidos e carecem de intervenções para as quais são necessários recursos nem sempre imediatamente disponíveis. Neste contexto, é crucial que estas entidades gestoras de ativos de engenharia melhorem continuamente as suas capacidades de gestão de ativos, tendo em vista uma otimização sistemática do desempenho, risco e custos dos ativos, tanto no curto como no longo prazo, assegurando em simultâneo que os objetivos da organização são atingidos e que as necessidades e expectativas das várias partes interessadas são satisfeitas e sustentadas no tempo. Este artigo procura contribuir para a aceleração da implementação dos programas de gestão de ativos neste tipo de organizações, apresentando uma estratégia de aceleração assente na liderança e no planeamento da gestão de ativos, consubstanciada em requisitos mínimos para a estrutura e para os conteúdos de um Plano de Gestão de Ativos (PGA). A proposta de estrutura e conteúdos mínimos para um PGA é apresentada juntamente com exemplos de aplicação desta estratégia de aceleração numa entidade gestora de ativos de engenharia.

Palavras-Chave: SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVOS, ATIVOS DE ENGENHARIA, PLANEAMENTO, LIDERANÇA, PLANO DE GESTÃO DE ATIVOS

ABSTRACT

There is a wide debate on the increasing challenges for organizations managing engineering asset systems, such as energy, transport and water networks, or building portfolios of the health, education, justice, administration sectors, among other engineering asset systems that support the functioning of societies. Many of these systems are decayed and needing interventions and the allocation of resources that are not always immediately available. In this context, it is crucial that these asset intensive organizations continually improve their asset management capabilities, with a view to systematically optimizing asset performance, risk and costs, both in the short and long term, while ensuring that the organization's objectives are achieved and that the needs and expectations of the various stakeholders are satisfied and sustained over time. This article seeks to contribute to the acceleration of the implementation of asset management programs in this type of organizations. It presents an acceleration strategy based on leadership and asset management planning and the adoption of a set of minimum requirements for the structure and contents of an Asset Management Plan (AMP). The proposed structure and minimum content for the AMP is presented together with the results achieved with this acceleration strategy in an asset intensive organization.

Keywords: ASSET MANAGEMENT SYSTEM, ENGINEERING ASSETS, PLANNING, LEADERSHIP, ASSET MANAGEMENT PLAN

1. INTRODUÇÃO

Nos países com economias ativos de engenharia, tais como desenvolvidas, muitos sistemas de infraestruturas nacionais ou municipais,

de redes de energia, transportes, água, ou de portfólios de edifícios necessários para a prestação de serviços essenciais como é o caso da saúde, da educação, da justiça, da cultura, entre outros, estão a aproximar-se do final das suas vidas úteis. Os meios técnico e científico têm debatido e difundido amplamente os desafios crescentes para lidar com estes ativos de engenharia envelhecidos (Almeida, 2021).

O investimento insuficiente em ativos deteriorados que carecem de maiores níveis de renovação ou modernização têm motivado vários estudos e iniciativas para melhorar o desempenho dos mesmos (Almeida et al., 2015, 2021), modelar e aprofundar o conhecimento dos seus custos no ciclo de vida (Salvado et al., 2018), gerir os riscos de falha (Patrício & Almeida, 2021) ou para desenvolver estratégias para financiar e otimizar as decisões de investimento, tanto no curto como no longo prazo (Salvado et al., 2019; Vieira et al., 2020).

Várias organizações têm vindo a adotar a abordagem da gestão de ativos para lidar com este tipo de desafios complexos e multidisciplinares. Mas os programas de gestão de ativos levam tipicamente vários anos a serem implementados e a maximizar a geração de valor a partir dos ativos (Maletič et al., 2022), enquanto têm desde logo de assegurar que os objetivos da organização são atingidos e que as necessidades e expectativas das várias partes interessadas permanecem satisfeitas.

Este artigo apresenta uma estratégia de aceleração da implementação de programas de gestão de ativos em organizações responsáveis pela gestão de ativos de engenharia. A estratégia

proposta assenta na liderança e no planeamento da gestão de ativos, consubstanciada em requisitos mínimos para a estrutura e para os conteúdos de um Planos de Gestão de Ativos (PGA). A proposta de estrutura e conteúdos mínimos de um PGA é apresentada juntamente com os resultados atingidos com esta estratégia de aceleração numa entidade gestora de ativos de engenharia. O caso de estudo consiste numa entidade gestora de infraestruturas que adotou as abordagens da Gestão de Ativos e da Gestão do Risco com base nas normas internacionais ISO 55001 e ISO 31000, com incidência num conjunto selecionado de ativos críticos.

2. ACELERAÇÃO DA MATURIDADE DA GESTÃO DE ATIVOS

2.1 SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVOS E PLANOS DE GESTÃO DE ATIVOS

A gestão de ativos é, em linha com a definição estabelecida na norma ISO 55001 de requisitos para sistemas de gestão de ativos, a atividade coordenada da organização para realizar valor a partir dos ativos da organização. Esta norma ISO 55001 pode ser utilizada tendo em vista a capacitação progressiva de organizações cuja atividade está fortemente dependente de ativos de vários tipos, incluindo ativos de engenharia (Almeida, Vieira, et al., 2021).

Essa capacitação materializa-se muitas vezes em programas de desenvolvimento dos elementos centrais de um sistema de gestão de ativos e da progressiva melhoria na articulação das múltiplas atividades envolvidas na produção e implementação de planos de gestão aplicados ao ciclo de vida dos ativos da organização.

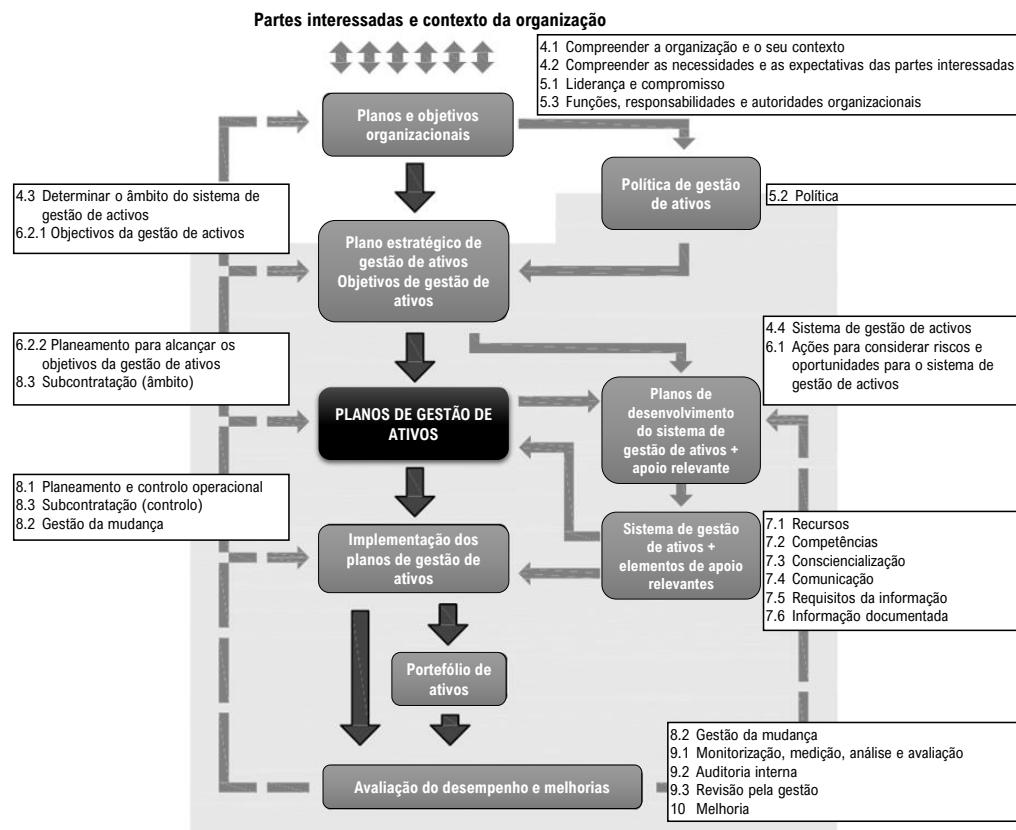
Conforme se pode observar na Figura 1, o planeamento da gestão de ativos, nomeadamente o Plano de Gestão de Ativos (PGA), constitui-se como um dos elementos nucleares dos programas de desenvolvimento da gestão de ativos, para incrementar a articulação de pessoas, processos e tecnologias e gerar a informação documentada relevante para a tomada de decisões e para um sistema de gestão de ativos eficiente e eficaz e que cumpra os requisitos da norma ISO 55001.

Os requisitos da norma ISO 55001 para sistemas de gestão (6.2.2) destacam que as organizações devem “integrar o planeamento para alcançar os objetivos de gestão de ativos com outras atividades de planeamento organizacional, incluindo funções financeiras, de recursos humanos e outras funções de apoio”, e que devem “estabelecer, documentar e manter plano(s) de gestão de ativos (PGA) para alcançar os objetivos de gestão de

ativos” Referem ainda que “este(s) PGA deve(m) estar alinhados com a política de gestão de ativos e com o plano estratégico de gestão de ativos” e que “a organização deve assegurar que o(s) PGA atende(m) aos requisitos relevantes externos ao sistema de gestão de ativos”.

Contudo, nenhuma das normas da série ISO 55001 detalha requisitos para a estruturação ou para os conteúdos do PGA e é deixada às organizações uma certa liberdade para organizar e desenvolver estes planos. É natural que uma norma de requisitos para sistemas de gestão apresente uma certa flexibilidade no que respeita às atividades de planeamento da gestão nas organizações, mas é importante que as organizações adotem as melhores práticas de planeamento para evitar o desperdício de esforços e recursos e acelerar o retorno dos investimentos feitos em matéria de gestão de ativos.

Figura 3 – Elementos-chave de um SGA e requisitos da norma ISO 55001 (adaptado de ISO 55002)



2.2 MATURIDADE DA GESTÃO DE ATIVOS

2.2.1 AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DA GESTÃO DE ATIVOS

As avaliações da maturidade da gestão de ativos são frequentemente realizadas em organizações fortemente dependentes de ativos de engenharia. Estas avaliações permitem identificar lacunas e informar os programas de ação para desenvolver a gestão de ativos. Essas avaliações de maturidade são muitas vezes realizadas tendo por base os requisitos da norma internacional ISO 55001 para sistemas de gestão de ativos ou outras diretrizes técnicas de gestão de ativos (e.g. TheIAM, 2015).

2.2.1 AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DO PLANEAMENTO DA GESTÃO DE ATIVOS

Este artigo propõe que o se combine o estabelecimento de requisitos mínimos para a estruturação e os conteúdos de um PGA com um modelo de avaliação da maturidade focado na dimensão do planeamento de gestão de ativos nas organizações.

Uma progressão consistente nos temas de planeamento identificados contribui para acelerar a obtenção de níveis mais elevados de maturidade de gestão de ativos na organização, de uma forma geral, especialmente quando se trata de ativos de engenharia. A Tabela 2 apresenta os critérios de avaliação genéricos utilizados para avaliar a maturidade de cada tema.

Tabela 2 - Temas do planeamento de gestão de ativos

Grupos de temas	Temas	Legenda
1 Enquadramento	1.1 Sistema de gestão ativos	SGA
	1.2 Modelo de governação, funções e responsabilidades	ModGov
	1.3 Âmbito	Âmb
	1.4 Informação documentada	InfoDoc
2 Aspetos Estratégicos	2.1 Valor, contexto e objetivos organizacionais	Contex
	2.2 Objetivos da gestão de ativos e do portefólio de ativos	ObjGA
	2.3 Tomada de decisão	ToDecis
3 Contexto Atual	3.1 Caracterização técnica dos ativos	CarTec
	3.2 Caracterização financeira dos ativos	CarFin
	3.3 Condição e desempenho dos ativos	Con&Des
	3.4 Procura	Procur
	3.5 Recursos	Recur
	3.6 Risco	Risco
4 Contexto Futuro	4.1 Gestão e previsão da procura	PrevProc
	4.2 Impactes no ciclo de vida dos ativos	ImpCV
5 Gestão do Ciclo De Vida	5.1 Opções e cenários	Op&Cen
	5.2 Gestão do risco da infraestrutura	GeRisco
	5.3 Planeamento de investimentos (longo prazo)	PIInvLP
	5.4 Planeamento de investimentos (curto prazo)	PIInvCP
	5.5 Planeamento da manutenção	PIMan
	5.6 Planeamento da operação	PIOpe
	5.7 Outros planos de ação	OutPlan
6 Planeamento Financeiro		PIFin

Tabela 3 - Temas do planejamento de gestão de ativos

Maturidade do sistema de gestão de ativos		Maturidade do planejamento da gestão de ativos
Nível de maturidade 4: Superação da ISO 55001	Excelência	A Organização consegue demonstrar que emprega práticas de excelência no tema e realiza máximo valor a partir dos ativos sob gestão, em linha com os objetivos e contexto de atuação da organização
	Otimização	A Organização consegue demonstrar que otimiza sistemática e consistentemente o tema, em linha com os objetivos e contexto de atuação da organização
Nível de maturidade 3	Implementação	A Organização consegue demonstrar que cumpre sistemática e consistentemente o tema
Nível de maturidade 2	Desenvolvimento	A Organização identificou formas de cumprir sistemática e consistentemente o tema e consegue demonstrar a progressão com planos creíveis
Nível de maturidade 1	Percepção	A Organização identificou a necessidade do tema e existe evidência de intenção de progredir nesse tema
Nível de maturidade 0	Aprendizagem	A Organização não reconheceu a necessidade do tema e/ou não existe evidência de comprometimento na implementação do mesmo

3. CONCEÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE UM PGA

3.1. ESTRUTURA DE UM PGA

O grau de formalidade/flexibilidade de um PGA (maior ou menor grau de prescrições) deve ser adaptado ao âmbito e contexto do mesmo, nomeadamente tendo em conta as unidades funcionais abrangidas e a incidência pretendido nos níveis estratégico, tático e operacional da organização.

Por exemplo, nas primeiras iterações de um PGA, é possível adotar uma estrutura formal que cubra os vários grupos de temas do planejamento da gestão de ativos listados na Tabela 1 (ver também Figura 4), agregando as principais decisões no ciclo de vida dos ativos abrangidos, mas flexibilizando os papéis das várias unidades funcionais da organização que contribuem para o desenvolvimento do PGA.

A estrutura do PGA apresentada na Figura 4 permite capturar e vincular: i) a estratégia organizacional, incluindo seu contexto, os objetivos corporativos, os objetivos da gestão de ativos e os objetivos dos ativos ou sistemas de ativos; ii) a gestão do ciclo de vida dos ativos, incluindo os planos de ação acordados para a operação, manutenção, renovações/substituições e expansões durante o período de análise; iii) o contexto atual dos ativos, incluindo as principais características e a sua condição física, as principais necessidades, bem como dados históricos e tendências que ajudam a prever a situação futura mais provável; iv) o contexto futuro dos ativos, incluindo aspetos relacionados com a previsão de procura e o estabelecimento de opções alternativas e possíveis cenários a serem considerados numa perspetiva multidisciplinar.

Figura 4 – Exemplo de estruturação de conteúdos de um PGA (Almeida, Vieira, et al., 2021)


3.2. CONTEÚDOS DE UM PGA

3.2.1. TEMAS DE ENQUADRAMENTO

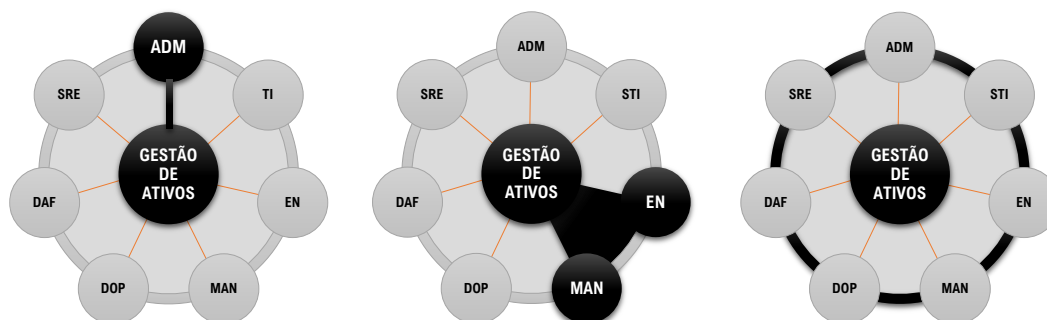
A norma ISO 55001 destaca a importância da liderança da gestão de ativos e inclui requisitos para se demonstrar um compromisso em relação à gestão de ativos, assegurando a existência de uma política de gestão de ativos e definindo funções e responsabilidades, entre outros.

A Figura 5 ilustra diferentes modelos de governação da gestão de ativos: i) modelo centralizado e fortemente influenciado pela administração de topo (esquerda); ii) modelo semi-descentralizado com enfoque em unidade(s) funcional(is) que promove(m) ativamente as práticas da gestão de ativos na organização (centro), e; iii) rede colaborativa descentralizada (direita).

É natural que uma organização com um nível de maturidade da gestão de ativos relativamente baixo, esteja mais dependente de um modelo de liderança fortemente centrado na administração de topo.

Por outro lado, o nível de intervenção da administração de topo pode ser menos determinante em organizações com unidades funcionais bem coordenadas e mobilizadas para articular todos os dados e informação necessária para uma gestão de ativos efetiva e eficaz.

Cada organização deverá determinar o enquadramento e modelo de governação apropriado: i) centralizado, descentralizado (e onde) ou rede colaborativa; ii) formal ou informal; iii) temporário ou permanente; iv) recorrendo a novas contratações ou recursos existentes com funções e responsabilidades revistas, e; v) maior ou menor flexibilidade na articulação das unidades e entre níveis estratégico, tático e operacional).

Figura 5 – Modelos de governação da gestão de ativos (Almeida, 2021)¹


¹ Exemplo de unidades funcionais de uma entidade gestora de ativos de engenharia (não exaustivo): ADM: administração; TI: tecnologias de informação; EN: engenharia; man: manutenção; DOP: operações; DAF: administrativa e financeira; SRE: sistema responsabilidade empresarial

3.2.2. TEMAS DE ASPETOS ESTRATÉGICOS

No âmbito da gestão de ativos, procura-se realizar valor para as partes interessadas relevantes, externas e internas. Os impactos que a atividade da gestão de ativos tem nestas partes interessadas podem ser expressos através dos aspetos-chave valorizados pelas mesmas e que traduzem a sua satisfação, conforme indicado de forma

não exaustiva no exemplo apresentado na tabela 3.

Os requisitos indicados são formulados segundo a perspetiva das partes interessadas. Estes requisitos são, por vezes, em particular quando se trata de ativos de engenharia, designados por “níveis de serviço”. Neste caso, estabelecem a ligação entre os objetivos mais latos da gestão de ativos e os objetivos técnicos e operacionais mais específicos dos ativos de engenharia, dentro da organização.

Tabela 4 – Exemplo indicativo de aspetos-chave e requisitos de partes interessadas

Partes interessadas		Aspetos-chave	Requisitos dos ativos construídos
Externas	Clientes tipo A	Disponibilidade (do serviço)	Serviço 24/7, todos os dias
		Fiabilidade (do serviço)	Não interromper serviço
		Adaptabilidade	Qualidade do serviço
		Custo	Resposta rápida a questões e reclamações
		Saúde	Custos controlados
	Clientes tipo B	Perceção	Informação atualizada
		Responsividade (do serviço)	Disponibilização atempada de novos ativos
	Fornecedores	Capacidade para investimento	Custos controlados
		Custo	Disponibilidade para serviços de apoio técnico
	Sociedade em geral	Colaboração	Colaboração
Serviço		Segurança não comprometida pelos serviços	
Fiabilidade (do sistema)		Nenhum odor, ruído ou inconveniências	
Segurança		Informação atualizada	
Governo local	Bem-estar	Minimização de danos ambientais	
	Crescimento económico e social	Criação de emprego	
	Disponibilidade (do serviço)	Serviço 24/7, todos os dias	
Regulador	Proteção ambiental	Minimização de danos ambientais	
	Crescimento económico e social	Criação de empregos	
	Adequação da interface com o utilizador	Minimização de danos ambientais	
Financiadores	Sustentabilidade da gestão do serviço	Gestão eficiente de custos CAPEX e OPEX	
	Sustentabilidade ambiental	Satisfação das necessidades dos clientes	
Outros	Acesso a informação fiável	Conhecimento do valor dos ativos	
	Sustentabilidade económica	Aptidão funcional dos ativos no longo prazo	
	Sustentabilidade do serviço	Integração com outros ativos	
Internas	Acionista	Sustentabilidade económica	Satisfação dos clientes
		Receita	Receita líquida
		Investimento adequado	Disponibilidade financeira
		Custo	Nenhumas ou poucas reclamações
		Cumprimento regulamentar (<i>compliance</i>)	Poupanças transmissíveis
		Reputação	Cumprimento regulamentar (<i>compliance</i>)
		Sustentabilidade do serviço	Serviço sustentado ou melhorado no longo prazo
		Inovação	
		Minimização de riscos	
		Colaboradores da organização	Segurança
	Bem-estar		Cooperação interna
	Satisfação		Formação
			Desenvolvimento de competências

3.2.3. TEMAS DE CONTEXTO ATUAL

A caracterização da situação presente dos ativos é um tema central do PGA. Esta caracterização deve abranger, de forma suficiente, a situação financeira dos ativos, incluindo por exemplo estudos do valor de substituição do portfólio de ativos de engenharia abrangidos pelo PGA.

Existem vários métodos para determinar estes valores que devem ser adequados ao tipo de ativos em apreço.

A caracterização técnica dos ativos de engenharia, por sua vez, deve ser acompanhada de informação sobre a condição e o desempenho dos ativos, a qual pode ser combinada com a informação financeira disponível (Figuras 4 e 5).

Figura 6 – Exemplo de informação sobre condição de ativos em função do valor de aquisição

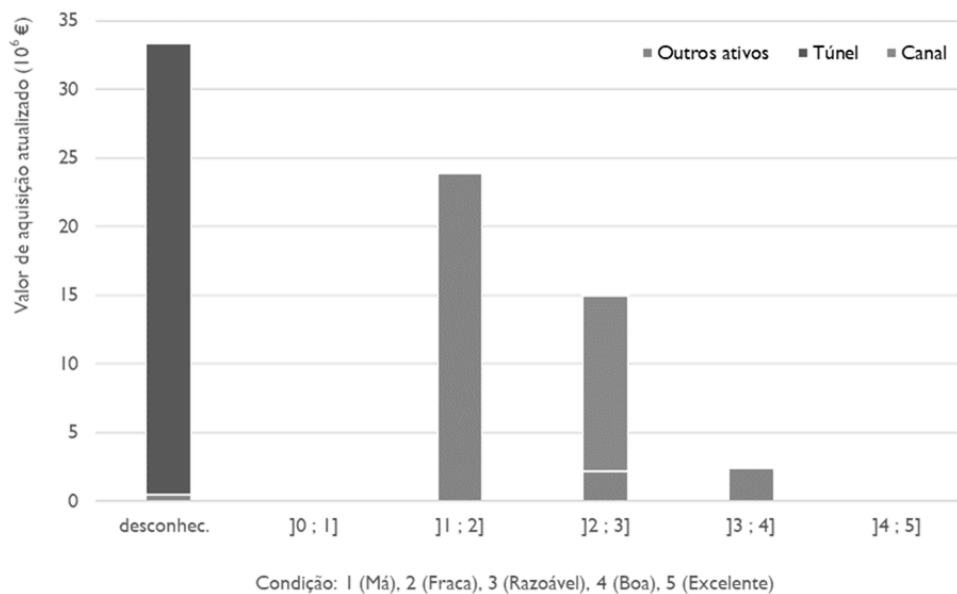
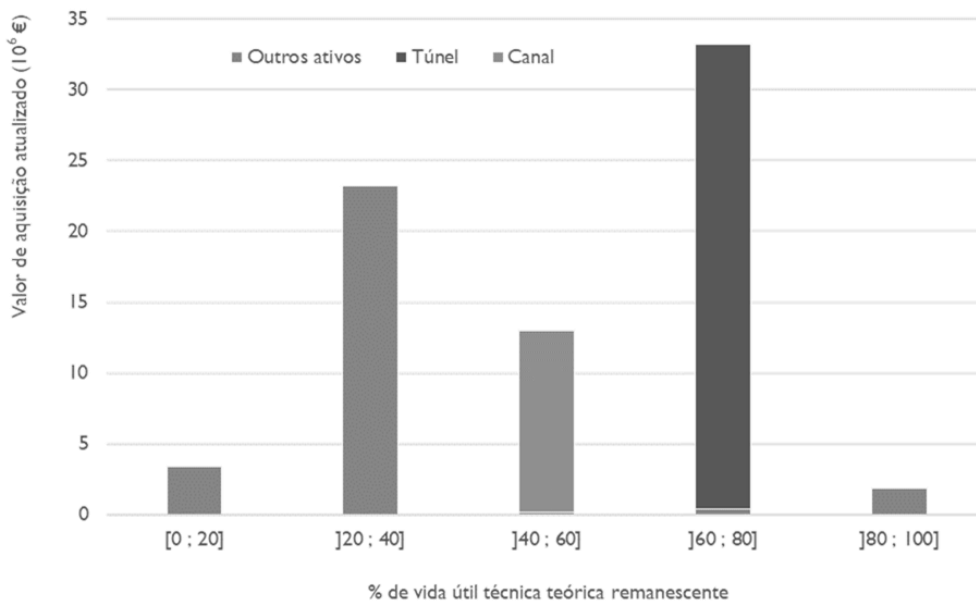


Figura 5 — Exemplo de informação sobre vida útil remanescente em função do valor de aquisição

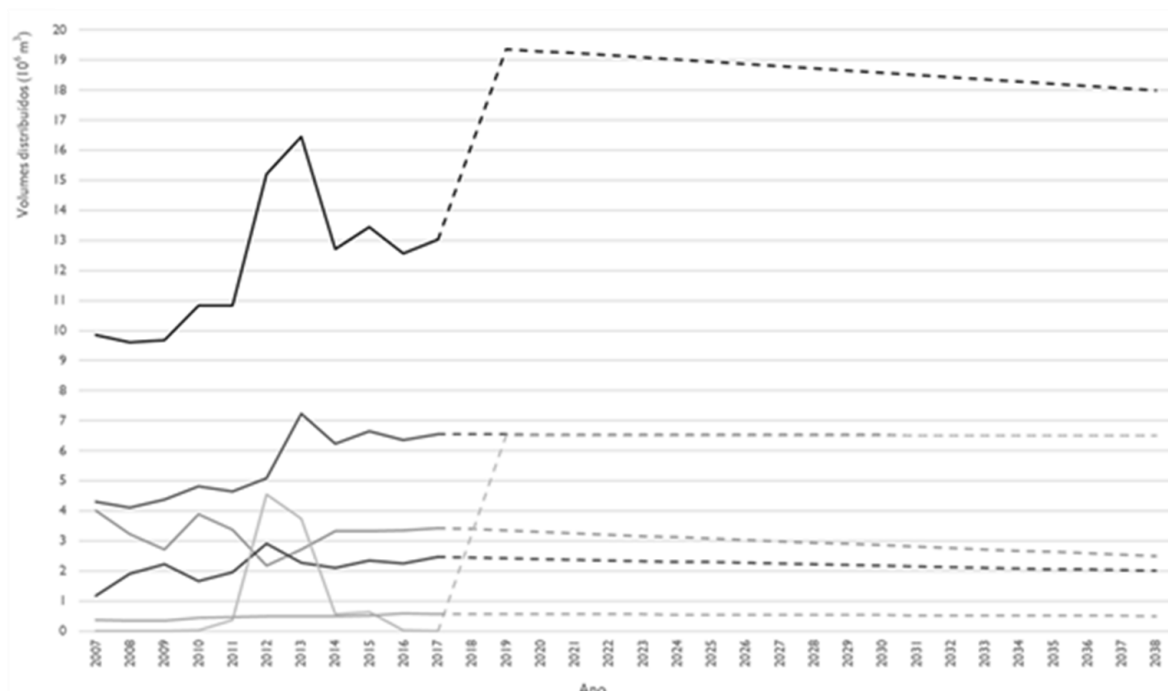


3.2.4. TEMAS DE CONTEXTO FUTURO

O planeamento da gestão de ativos deve assentar na perspetiva de procura para os ativos. Em contexto de forte incerteza, deve-se atender a um conjunto de cenários apropriado (e.g. otimista, provável e pessimista).

Por exemplo, no caso de ativos de engenharia integrados em infraestruturas de água, energia, transportes, etc., poder-se ter em consideração uma previsão de consumos ou utilização dos ativos (Figura).

Figura 6 – Exemplo de informação sobre volumes de água abastecidos por ativos de uma infraestrutura



3.2.5. TEMAS DE GESTÃO DO CICLO DE VIDA

Tendo por base as estratégias relacionadas com a operação, conservação e manutenção, renovação, substituição, ampliação, entre outras (e.g. desativação de ativos), o PGA deve delinear as necessidades de recursos.

Entre estes elementos a incluir no PGA devem constar as previsões OPEX (Figura 7) e CAPEX (Figura).

Essas previsões podem ser analisadas para horizontes de curto prazo (e.g.

primeiros 5 anos após data da produção do PGA), médio prazo (e.g. até final de um contrato de concessão ou até 5 anos depois da conclusão desse contrato) ou longo prazo (e.g. abrangendo pelo menos 10 ou 20 anos após a data da produção do PGA).

3.2.6. TEMAS DE RESUMO FINANCEIRO

Tendo por base os vários planos operacionais acordados e as decisões tomadas em relação à alocação de recursos disponíveis, o PGA deve contar um resumo financeiro fundamentado para o período em análise (Figura).

Figura 7 – Exemplo de previsão fundamentada de custos (OPEX)

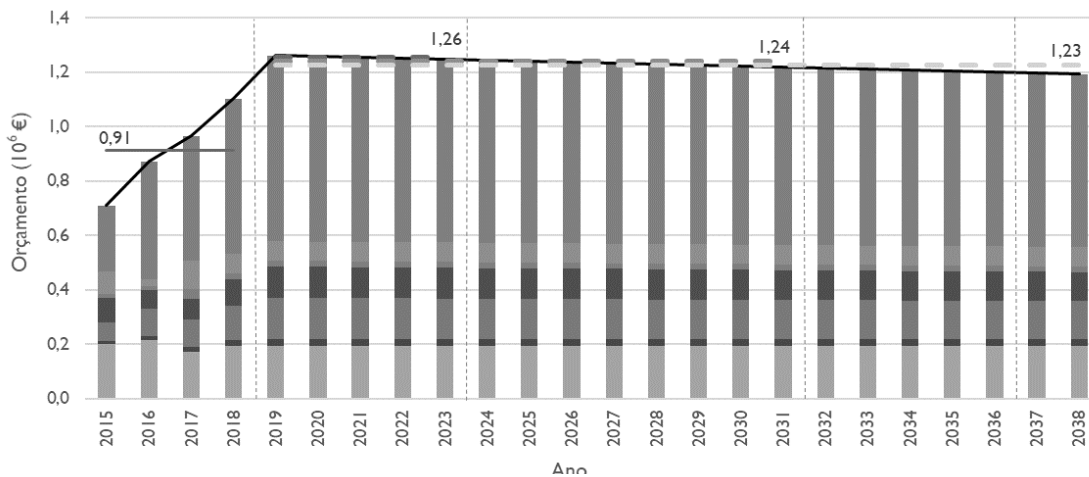


Figura 8 – Exemplo de previsão fundamentada de investimento (CAPEX)

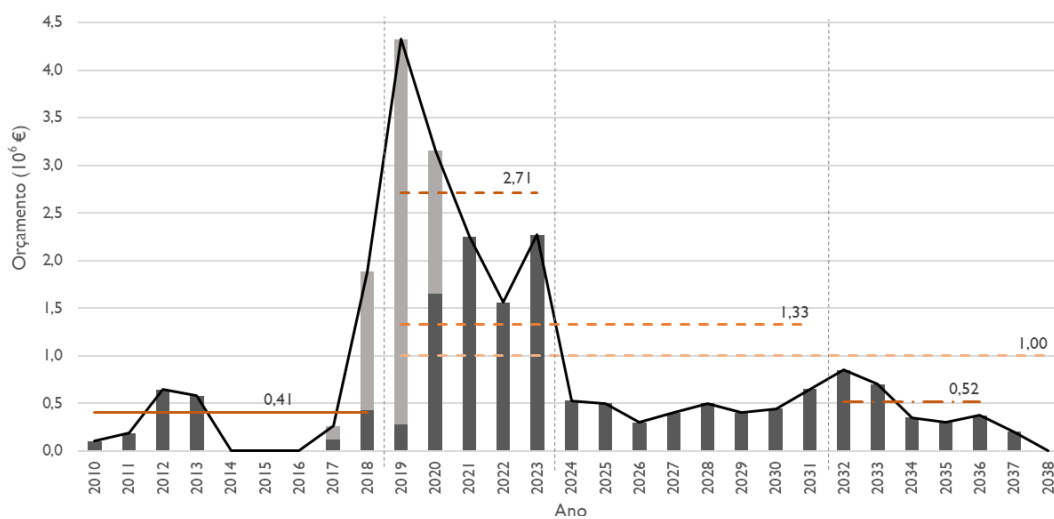
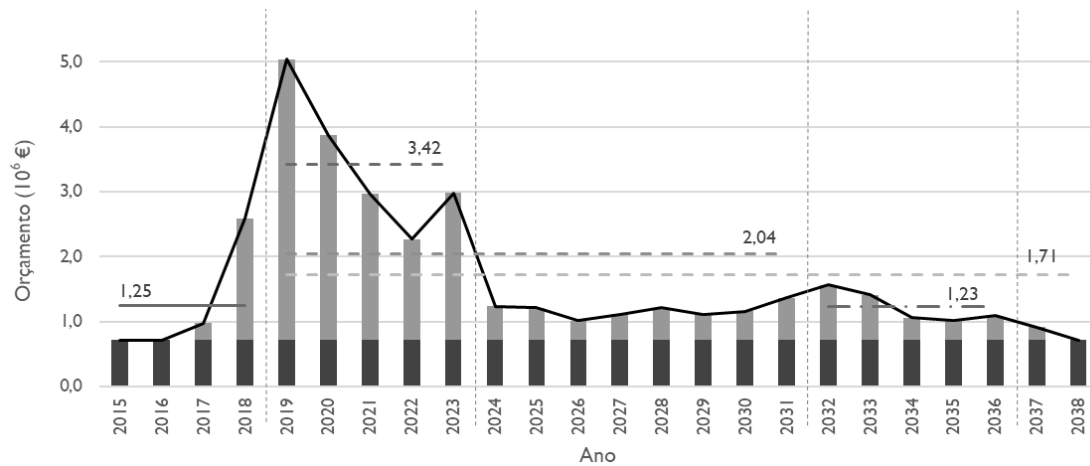


Figura 9 – Exemplo de previsão fundamentada de TOTEX (OPEX e CAPEX)


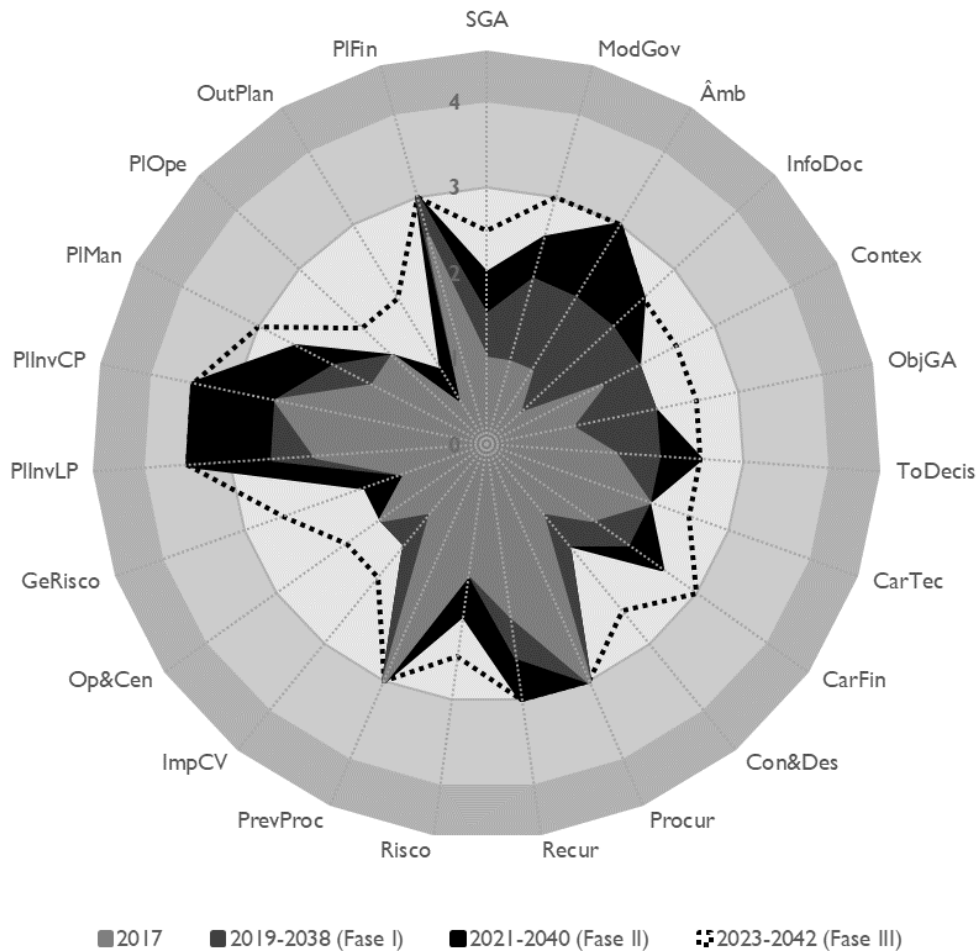
4. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recolha e a organização de dados e de informação são habitualmente os maiores consumidores de recursos num programa de desenvolvimento da gestão de ativos. Este artigo sugere que o sucesso destes programas assenta em grande medida numa definição clara da estrutura e dos conteúdos de um PGA, enquadrados pelas análises que se pretendem realizar (e.g. impactes de opções técnicas em termos de OPEX, CAPEX e TOTEX) e das decisões que se pretendem informar, nos diferentes níveis da organização, no âmbito das atividades da gestão de ativos.

A abordagem proposta acelera a melhoria incremental de temas nucleares do planeamento da gestão de ativos (Figura 10) e permite que as

organizações refinem os processos de tomada de decisão que incidem diretamente sobre os ativos de engenharia.

Esta abordagem promove nas equipas de todas as unidades funcionais da organização um pensamento baseado no equilíbrio de custos, risco e desempenho ao longo de todo o ciclo de vida dos ativos, e no valor que é gerado a partir dos mesmos, para a organização e para todas as partes interessadas. Permite ainda o alinhamento vertical do conselho de administração com os decisores nas várias unidades funcionais da organização (operações, TI, RH, contabilidade, etc.) e o alinhamento horizontal entre estas mesmas unidades funcionais.

Figura 10 – Exemplo de melhorias incrementais no planeamento da gestão de ativos


5. REFERÊNCIAS

Almeida, N. (2021). Infrastructure and Building Asset Management: Fundamentals and overview of applications for asset-intensive organizations. In Course of Advanced Topics in Construction, PhD Program in Civil Engineering, Instituto Superior Técnico.

Almeida, N. M., Sousa, V., Dias, L. A., & Branco, F. (2015). Engineering risk management in performance-based building environments. *Journal of Civil Engineering and Management*, 21(2). <https://doi.org/10.3846/13923730.2013.802740>

deAlmeida, N. M., Silva, M. J. F., Salvado, F., Rodrigues, H., & Maletič, D. (2021). Risk-informed performance-based metrics for evaluating the

structural safety and serviceability of constructed assets against natural disasters. *Sustainability (Switzerland)*, 13(11).

<https://doi.org/10.3390/su13115925>

de Almeida, N. M., Vieira, J., Silva, J. G., & e Castro, C. (2021). The Impact of Asset Management Development Programs in Infrastructure Organizations. In *Advances in Science, Technology and Innovation*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35533-3_29

Maletič, D., Marques De Almeida, N., Gomišček, B., Maletič, M., Maleti, D., Stjan Gomi, B., & Maleti, M. Z. (2022). Production Planning & Control Understanding motives for and barriers to implementing asset management system: an empirical study for engineered physical assets

Understanding motives for and barriers to implementing asset management system: an empirical study for engineered physical assets. <https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2026672>

NAMS. (2015). International Infrastructure Management Manual (IIMM) (5th ed., i). Institute of Public Works Engineering Australia.; Association of Local Government Engineers of New Zealand. National Asset Management Steering Group.

Patrício, H., & Almeida, N. (2021). A Common Risk Framework for Road and Rail Infrastructures. In Lecture Notes in Mechanical Engineering. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64228-0_11

Ruitenbug, R. (2017). Manoeuvring physical assets into the future: Planning for predictable and preparing for unpredictable change in Asset Life Cycle Management. <https://doi.org/10.3990/1.9789036543958>

Salvado, F., Almeida, N. M. de, & Vale e Azevedo, A. (2018). Toward improved LCC-informed decisions in building

management. Built Environment Project and Asset Management, 8(2), 114–133. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-07-2017-0042>

Salvado, F., de Almeida, N. M., & Azevedo, Á. V. E. (2019). Historical analysis of the economic life-cycle performance of public school buildings. Building Research and Information, 47(7). <https://doi.org/10.1080/09613218.2019.1612730>

TheIAM. (2015). Asset Management – An Anatomy. Asset Management 2011, 3, 1–84. <https://doi.org/978-1-908891-00-6>

Vieira, J., Cabral, M., Almeida, N., Gabriel Silva, J., Covas, D. (2020). Structure and Infrastructure Engineering Maintenance, Management, Life-Cycle Design and Performance Novel methodology for efficiency-based long-term investment planning in water infrastructures Novel methodology for efficiency-based long-term investment planning in water infrastructures. <https://doi.org/10.1080/15732479.2020.1722715>

PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar. **Revisão por pares:** Dupla revisão anónima por pares.



Todo o conteúdo da [Revista de Ativos de Engenharia](#) é licenciado sob *Creative Commons*, a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.



**ESTRATÉGIAS PARA A OTIMIZAÇÃO DA EXECUÇÃO DE PROJETOS IMOBILIÁRIOS:
APLICAÇÃO À REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS EM CENÁRIOS IMPREVISTOS**
**STRATEGIES FOR OPTIMIZING THE EXECUTION OF REAL ESTATE PROJECTS:
APPLICATION TO THE REHABILITATION OF BUILDINGS IN UNFORESEEN SCENARIOS**
[10.29073/rae.v1i2.699](https://doi.org/10.29073/rae.v1i2.699)

Receção: 06/12/2023 Aprovação: 14/03/2023 Publicação: 01/07/2023

Pedro Especial ¹, Filipa Salvado ², Paula Couto ³

¹AG CAPITAL; pedro.especial@agcapital.pt

²LNEC; asalvado@lneec.pt

³LNEC; pcouto@lneec.pt

RESUMO

As atividades de gestão de ativos, designadamente as que envolvem a reabilitação de edifícios, tem vindo a aumentar a sua relevância na economia do país sendo, no entanto, um tipo de investimento que comporta riscos. Acresce também que o processo de tomada de decisão sobre estes investimentos é complexo, e requer análises de viabilidade. Nesse sentido, o presente artigo desenvolve estratégias para a otimização da execução de projetos imobiliários, através da definição, organização e estruturação de uma metodologia de apoio à tomada de decisão. Contempla a análise a diversas fases fundamentais, nomeadamente: plano de negócios e estudos de viabilidade; diligências de carácter técnico, jurídico e financeiro; financiamento; processo de negociação e aquisição; projeto de licenciamento e projeto de execução; processo de concurso; fase de execução da empreitada; plano de marketing e estratégia de vendas. Esta metodologia é aplicada a um caso de estudo relacionado com a reabilitação de um edifício. Explora-se uma estratégia com vista à otimização da execução do projeto imobiliário sujeito a condicionantes extremas. Salientam-se os imprevistos relacionados com os tempos de pandemia que se verificaram nos últimos anos, e que revelaram um impacto considerável no que respeita ao aumento de preços e à escassez de materiais, de equipamentos, e de mão-de-obra.

Palavras-Chave: PROJETO IMOBILIÁRIO, REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS, ESTRATÉGIA DE OTMIZAÇÃO, CONDICIONANTES EXTREMAS

ABSTRACT

The asset management activity, in what regards the rehabilitation of buildings, has been increasing its relevance in the Portuguese economy, although this investment involves risks. In addition, the decision-making process on these investments is complex and requires reliability analyses. The present paper develops strategies for optimizing the execution of real estate projects, through the definition, organization and structuring of a methodology to support decision-making. It considers the analysis of several fundamental phases, namely: business plan and feasibility studies; technical, legal, and financial due diligences; financing; negotiation and acquisition process; licensing project and execution project; tender process; stages of the construction work; marketing plan and sales strategy. This methodology is applied to a case study related to a building rehabilitation. A strategy is explored with a view to optimizing the execution of the real estate project with large constraints. The unforeseen events related to the pandemic times that have occurred in recent years should be highlighted, and which have had a considerable impact in terms of price increase and shortages of materials, equipment's, and manpower.

Keywords: REAL ESTATE PROJECT, BUILDING REHABILITATION, OPTIMIZATION STRATEGY, EXTREME CONDITIONS

1. INTRODUÇÃO

O investimento imobiliário é uma área em crescimento, na qual os investidores têm em

geral o objetivo de diversificar a carteira, e protegê-la de imprevistos e flutuações de

valor indesejadas. O setor imobiliário desempenha um dos papéis mais relevantes na economia, pelo que métodos e mecanismos com estratégias de otimização de recursos são cada vez mais necessários a nível global. Os mercados imobiliários são também considerados como benéficos e capazes de atender, de forma flexível e eficaz, às necessidades dos consumidores, promovendo a recuperação das economias nacionais (Remeikienė et al., 2019).

O setor imobiliário funciona como um veículo de investimentos popular para muitos investidores individuais. Estima-se que um em cada oito adultos norte-americanos possua investimentos imobiliários, e que cerca de 10% dos financiamentos bancários sejam utilizados para este tipo de investimento (D'Lima & Schultz, 2020). No entanto, os investidores imobiliários enfrentam o principal desafio de obter retornos elevados das formas mais previsíveis possíveis. Estudos demonstram que determinadas características dos investidos estão associadas a maiores retornos, nomeadamente (Giacoletti & Westruoo, 2017): a experiência na aquisição e negociação de preços; a estratégia de otimização dos recursos disponíveis; o conhecimento sobre o mercado imobiliário num dado local; o capital próprio disponível, para melhor posição de negociação; as análises de risco e de imprevistos.

O presente artigo desenvolve uma metodologia estruturada, com estratégias de otimização de recursos, para a execução de projetos imobiliários. É explorada a existência de imprevistos e condicionantes elevadas, nomeadamente a situação de pandemia que se verificou nos últimos anos. Um caso de estudo, de uma reabilitação de um edifício, aplica a referida metodologia dando ênfase aos efeitos da pandemia no aumento dos preços e na escassez de materiais e mão-de-obra.

2. ENQUADRAMENTO

Na área de investimentos imobiliários diversos estudos têm vindo a ser desenvolvidos. De seguida salientam-se os mais relevantes para o presente artigo.

Estudos relacionados com o investimento em mercados imobiliários internacionais e locais, que avaliam o momento ótimo para se iniciar o investimento em diferentes perspetivas de investidores heterogéneos e com custos marginais distintos (Dong & Sing, 2017; Tiwari & White, 2014). São assim fornecidos resultados com estratégias de investimentos assimétricos, a partir de um modelo de variáveis estocásticas (Faulkner, 2016; Hin et al., 2014).

Estudos relacionado com a dinâmica de investimentos em imóveis, que demonstram a evolução e crescimento significativo do mercado ao longo dos tempos e em diversas formas, testemunhando um aumento da integração do setor imobiliário com os mercados financeiros, facilitando investimentos adicionais. Analisam-se as tendências recentes nos mercados imobiliários globais e explora-se como essas mudanças afetam a comunidade de investimentos em geral (Chetty et al., 2017; Paterson, 2013). Examinam-se também os efeitos dos fatores do mercado imobiliário sobre o investimento imobiliário estrangeiro ao longo do tempo, nomeadamente o tamanho do mercado, a infraestrutura e a estabilidade política (Gholipour et al., 2013).

Por outro lado, são também desenvolvidos estudos sobre o impacto de crises financeiras globais nos preços do mercado imobiliário (Van der Heijden et al., 2011). Analisa-se o decréscimo de construção e de financiamentos, e a forma como devem existir, a curto prazo, medidas para estimular a produção e, a longo prazo, a adoção de regulamentação específica (Scanlon & Elsinga, 2014).

Também as formas existentes para o financiamento imobiliário são objeto de estudos científicos. Enquanto uns estudos visam fornecer uma visão dos projetos imobiliários de grande escala na Europa, e como utilizam uma combinação inovadora de financiamento (Squires et al., 2016), outros focam-se na análise de subsídios de habitação a partir de uma perspetiva de apoio ao rendimento (Griggs & Kemp, 2012).

Salientam-se também o impacto das políticas fiscais para os proprietários de imóveis, e são desenvolvidos estudos com a análise de sistemas de tributação e subsídios habitacionais em vários países da Europa e EUA (Oxley & Haffner, 2010). São efetuadas comparações e exploradas as conexões entre esses sistemas e a volatilidade do mercado imobiliário, os resultados distributivos e os princípios de neutralidade na escolha da posse e nas decisões de investimento (Figari et al., 2012).

No entanto, menos estudos relacionados com o investimento em terrenos têm sido desenvolvidos. As recentes mudanças no uso do terreno têm vindo a ganhar atenção nas discussões sobre o meio ambiente e economia global, e como um edifício deve ser relacionado com o terreno em que está implantado. Pode ser financeiramente vantajoso investir na aquisição de terrenos durante os períodos de recessão económica, e vendê-los durante os períodos de recuperação económica (Knuth, 2015).

A par, é também fundamental fornecer estimativas precisas de custo de todas as fases da execução de projetos imobiliários, bem como efetuar análises de risco. Diversos estudos utilizam técnicas tradicionais com recurso a um conjunto de variáveis de projeto identificadas durante a fase de planeamento (Hudak & Maxwell, 2007).

Outros estudos mais avançados já utilizam variáveis macroeconómicas relacionadas com questões energéticas, variações do mercado de construção (e.g. taxa de desemprego, nível de emprego na construção, média de horas de trabalho semanais), com o objetivo de prever variações de custo na perspetiva do investidor (Neves, 2021).

Atualmente estão disponíveis diversas técnicas para a estimativa de custos e análise de risco de um investimento imobiliário, baseadas em inteligência artificial, e que têm em consideração a flutuação de variáveis e índices económicos (Shiha et al., 2020).

3. MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO

O desenvolvimento da metodologia para execução de projetos imobiliários tem por base um método indutivo (Gauch, 2003), ou seja, com base na experimentação, parte-se de algo particular para uma questão mais ampla, uma generalização.

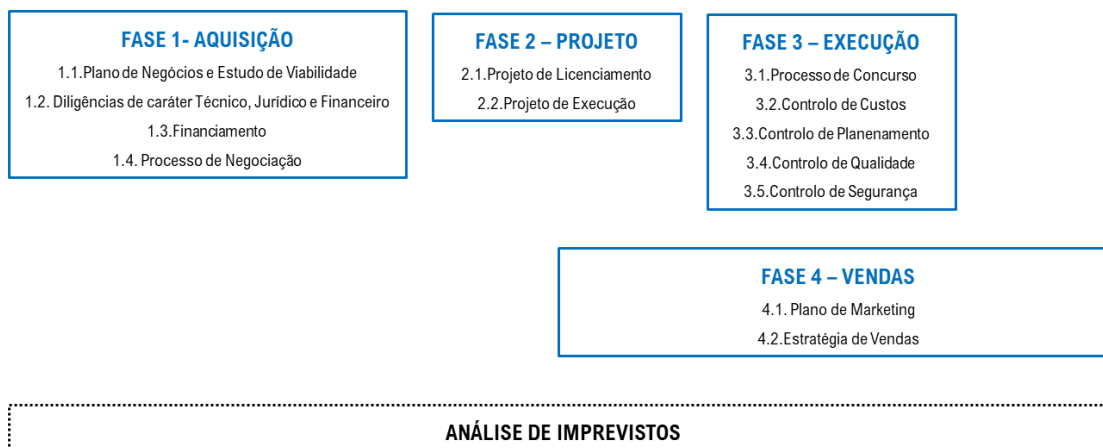
Esta metodologia segue também linhas orientadoras existentes sobre métodos qualitativos para a construção de enquadramentos concetuais (Myers, 2009). Utiliza conceitos chave, agrupa e categoriza informação semelhante através de um processo iterativo de teorização.

Esta metodologia pretende organizar e estruturar informação de forma a constituir uma ferramenta de apoio à tomada de decisão, dando resposta a diversos desafios que têm vindo a ser identificados no setor.

4. DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA PARA A EXECUÇÃO DE PROJETOS IMOBILIÁRIOS

Na figura 1 apresenta-se a estrutura da metodologia proposta para a execução de projetos imobiliários.

Nas tabelas 1 a 4 descrevem-se as etapas a ter em consideração em cada uma das FASES.

Figura 7- Apresenta-se a estrutura da metodologia proposta para a execução de projetos imobiliários.

Tabela 5- FASE 1 - Aquisição

Etapas	Descrição
1.1. Plano de Negócios e Estudo de Viabilidade	<ul style="list-style-type: none"> – O Plano de Negócio permite um processo de tomada de decisão mais assertivo em função dos critérios estipulados pelo investidor (e.g., risco, remuneração do capital; período de investimento). – Análise de sensibilidade: testar diferentes cenários de acordo com a potencial variação de variáveis-chave (e.g., valores de venda, ritmo de vendas, custos de construção). – Cálculo de indicadores de desempenho: i) ROE (Retur on Equity ou Retorno sobre o Capital Investido) que faz a relação entre o retorno do investimento e o capital efetivamente investido; e ii) IRR (Internal Return Rate ou Taxa Interna de Rendibilidade) que faz a aferição da taxa de remuneração do investimento, função dos fluxos de caixa ao longo da duração do projeto imobiliário – Estudos de Viabilidade permitem testar as diferentes possibilidades de assegurar (ou não) a viabilidade do projeto
1.2. Diligências de caráter técnicos, jurídico e financeiro	<ul style="list-style-type: none"> – Carácter Técnico: confirmação de áreas, elaboração de layouts, verificação da informação disponibilizada pelo anterior proprietário, estudo de informação dos arquivos camarários, verificação das redes enterradas, verificação de características geotécnicas, ou mesmo o levantamento topográfico preliminar, etc. – Carácter Jurídico: confirmação da legitimidade do vendedor, confirmação dos aspetos relacionados com a propriedade, verificação de ónus ou encargos, confirmação da admissibilidade a benefícios fiscais, etc. – Caracter Financeiro: contabilização dos ónus ou encargos, dívidas à banca ou a terceiros, cumprimento das obrigações perante Autoridade Tributária e Segurança Social, etc (nos casos de aquisição de sociedades).
1.3. Financiamento	<ul style="list-style-type: none"> – O acesso a financiamento, para além da partilha de risco, permite rácios de investimento mais atrativos resultantes da alavancagem. – Deve ser feita uma gestão de equilíbrio entre o financiamento bancários, como alavancagem do investimento, e o autofinanciamento resultante de vendas.

	<ul style="list-style-type: none"> - Os encargos com juros são dedutíveis para efeitos de impostos (tax shield). - Parte-se do princípio que um financiamento tem uma componente relacionada com a aquisição, e outra com a construção. - Em complementos, quer a estratégia de vendas, quer os planos de pagamentos definidos com os compradores proveniente dos contratos promessa de compra e venda e dos pagamentos intercalares, permitindo a otimização dos encargos financeiros.
1.4. Processo de Negociação	<ul style="list-style-type: none"> - A negociação deve ter início com o estudo o mais completo possível, de modo que uma proposta seja devidamente fundamentada, abrindo caminho a uma negociação que culmine na aquisição.

Tabela 6 - FASE 2 - Projeto

Etapas	Descrição
2.1. Projeto de Licenciamento	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento topográfico - Estudo geotécnico - Projeto base de arquitetura e de especialidades - Obtenção do alvará de licença construção
2.2. Projeto de Execução	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração dos elementos técnicos de um projeto, incluindo peças escritas e peças desenhadas, com todas as especialidades das diferentes especialidades, necessárias ao correto desenvolvimento físico do empreendimento de construção. - Medição do Projeto

Tabela 7 - FASE 3 - Execução

Etapas	Descrição
3.1. Concurso e Contratação	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração do programa de concurso. - Definição da minuta do contrato de empreitada e anexos relevantes (quanto maior o detalhe deste o início, menos a possibilidade de divergências e atraso na fase final de negociação).
3.2. Controlo de Custos	<ul style="list-style-type: none"> - Definição da estratégia de controlo de custos adequada, essencial para o sucesso do projeto imobiliário. - Análise de trabalhos adicionais. - Implementação de medidas para a correção de desvios de empreitada. - Estudo de alternativas de soluções construtivas, matérias ou equipamentos.
3.3. Controlo de Planeamento	<ul style="list-style-type: none"> - Definição do planeamento base da empreitada (Baseline). - Balizamento semanal do planeamento. - Implementação de medidas para a correção de desvios. - Análise do impacto dos atrasos da empreitada.
3.4. Controlo de Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> - Definição da metodologia de controlo de qualidade da execução dos trabalhos, que, ajustados à complexidade da empreitada. - Assegurar o cumprimento das instruções e requisitos constantes do manual de qualidade da empreitada.
3.5. Controlo de Segurança	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração do Plano de Segurança e Saúde, com as instruções, e requisitos para a fase de execução da empreitada. - Acompanhamento periódico dos trabalhos por um responsável pela segurança e saúde.

Tabela 8 - FASE 4 - Vendas

Etapas	Descrição
4.1 Estratégias de Vendas	<ul style="list-style-type: none"> - Definição de clientes alvo, importante desde o primeiro momento, e relacionando com i) a localização, ii) o tipo de projeto, iii) o tipo de utilização (uso próprio ou investimento), iv) o custo de construção, vi) o preço de venda e vii) o plano de pagamentos do comprador. - Definição da tabela de preços. Os preços devem ser estipulados tendo em conta as características do imóvel, e os critérios de diferenciação definidos (e.g. localização; qualidade dos acabamentos; escolha de materiais e equipamentos; cozinha equipada; domótica; som ambiente; porta blindada; deteção de movimento; ser um projeto em condomínio fechado; estacionamento fechado/aberto; número do piso; exposição solar; vistas; existência de varandas ou terraços; espaços exteriores privativos ou comuns; jardins; piscina; existência de segurança privada). O preço de vende deve ser sempre o mesmo em qualquer plataforma em que seja publicitado. - Definição da rede de mediadores. As vendas podem ser asseguradas pelo promotor com ou sem recurso a mediadoras imobiliárias. A escolha da rede de mediadoras é importante, pois diferentes mediadoras podem focar diferentes franjas de mercado, tipos de clientes, nacionalidades, ter uma maior ou menor dimensão da rede, etc. - Ponderar as vantagens e desvantagens da atribuição de exclusividade ou co-exclusividade da mediação. - Definição do início das vendas. Vantagens e desvantagens da antecipação como estratégia de autofinanciamento, ou do adiamento como prevenção de riscos conjunturais.
4.2. Plano de Marketing	<ul style="list-style-type: none"> - Definição dos canais de vendas: stand de vendas, andar modelo, rede de mediadoras, canais digitais. - Preparação do material promocional: Plantas comerciais, imagens 3D, filmes promocionais, brochura digital/papel, redes sociais, anúncios na imprensa, telas publicitárias.

Transversalmente a estas quatro FASES salienta-se uma análise contínua de imprevistos, que podem fazer variar essencialmente prazos e custos.

Pretende-se assim que a metodologia desenvolvida seja também aplicada na resolução de imprevistos que tenham impacto significativo nos projetos imobiliários. Salienta-se, nos últimos anos a pandemia Covid-19 (Especial et al., 2022), bem como anos antes a possibilidade de ataques terroristas lançados pelo Estado Islâmico. Refere-se a atual guerra na Ucrânia, com diversos efeitos importantes que também se têm vindo a sentir no setor.

5. CASO DE ESTUDO

5.1. CARACTERIZAÇÃO

O presente caso de estudo diz respeito a uma intervenção de reabilitação, num edifício inserido num conjunto de edifícios emblemáticos, classificado como de interesse municipal e localizado em Lisboa. Este edifício foi construído originalmente na década de 50, como edifício residencial, tendo sofrido modificações nos anos 80 e 90 para reconversão em escritórios.

Este projeto imobiliário teve início dos estudos no ano de 2018, tendo a assinatura do contrato de promessa de compra e venda ocorrido no início do ano de 2019, seguida

da respetiva escritura. O objetivo desde projeto imobiliário consiste em converter o edifício existente, de comércio e serviços, num edifício de utilização mista, habitação e comércio, com os indicadores gerais apresentados na tabela 5.

O edifício dispunha de 7 pisos acima do solo, e 1 piso enterrado de estacionamento, salientando-se os seguintes indicadores: i) área bruta de construção total de 5.400m², ii) área de estacionamento de 1.200m², iii) área bruta locável para comércio de 1.200m², iv) área bruta privativa residencial de 3.000m².

O projeto de licenciamento deu entrada na Câmara Municipal de Lisboa em meados de 2019, tendo sido aprovado menos de um ano depois, numa altura em que já tinham sido registados os primeiros casos de Covid-19 em Portugal, e decretado o Estado de Emergência e início do primeiro período de confinamento. O concurso de empreitada foi lançado de seguida, tendo a obra sido adjudicada no final do ano de 2020, após um longo período de negociações, e otimização do projeto, que resultou numa poupança de cerca de 30% face às propostas iniciais, mas num valor de adjudicação ainda assim superior à estimativa inicial do plano de negócios.

Os trabalhos de execução da empreitada começaram no início de 2021, com uma duração prevista de 12 meses. Salienta-se que o início de 2021 foi marcado por um agravamento, a nível nacional e internacional, do número de infeções e mortes por Covid-19, tendo sido decretado novo confinamento. O 2º e 3º trimestres desse ano foram marcados por subidas significativas dos custos de materiais e de mão-de-obra, devido ao aumento súbito de procura a nível mundial, com consequente estrangulamento dos transportes marítimos,

tendo a situação começado a melhorar apenas no final desse ano. A campanha de vacinação massiva a nível mundial que foi ocorrendo durante o ano de 2021 possibilitou depois alguma estabilização de preços e até correção no início de 2022, mas no cômputo geral registou-se um aumento significativo do custo de construção durante a execução da empreitada.

A empreitada foi concluída em julho de 2022, com algum atraso face ao inicialmente previsto, mas aceitável tendo em conta todos os constrangimentos ocorridos.

5.2. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

5.2.1. FASE 1 – AQUISIÇÃO

Esta fase compreende a elaboração dos seguintes estudos e análises:

1. Análise de sensibilidade à variação do custo de construção e dos valores de comercialização;
2. Estudo de utilização para o piso 0, comércio ou misto (comércio, serviços e habitação);
3. Estudos de layout de forma a verificar o potencial do imóvel, com análise das diferentes configurações e tipologias (ver exemplo na figura 2);
4. Levantamento preliminar, que permitiu verificar que o edifício tinha mais de 15% da área acima do solo, com aumento de área de construção, e mais importante, de área vendável;
5. Avaliações imobiliária do ativo por uma entidade externa certificada, considerando diferentes cenários (utilização atual e melhor uso potencial).

Analisadas as diferentes opções de utilização do edifício (comércio e serviços, comércio e residencial, hotelaria), verifica-se que a avaliação imobiliária mais vantajosa corresponde à utilização mista de

Tabela 9 - Indicadores gerais do projeto

Indicador	Valores
Nº de pisos acima do solo (comércio e habitação)	7 um
Nº de pisos enterrados (estacionamento)	1 um
Área bruta de construção total	5.400m ²
Área de estacionamento	1.200 m ²
Área bruta locável para comércio	1.200m ²
Área bruta privativa residencial	3.000m ²

comércio e residencial, sendo que é a opção selecionada para este caso de estudo.

5.2.2. FASE 2 – PROJETO

Esta fase compreende a elaboração dos seguintes estudos e análise no que respeita ao projeto de licenciamento:

1. Participação em reuniões prévias com entidades licenciadoras;
2. Confirmação da aplicabilidade de critérios do Plano Diretor Municipal (PDM);
3. Confirmação de exceções e benefícios ao abrigo da regulamentação e dos incentivos fiscais relativos à reabilitação urbana que possibilitou a viabilização de um projeto residencial com aumento o número de frações.

Relativamente ao projeto de execução salientam-se os seguintes aspetos:

1. Medição do projeto por entidade externa ao projetista, que permitiu aferir as quantidades, e despistar diversas incorreções e incongruências de projeto (peças escritas e peças desenhadas);
2. Revisão do projeto em todas as especialidades;
3. Definição da estimativa do custo da empreitada;
4. Otimização do projeto através da definição de materiais, equipamentos e processos construtivos alternativos;
5. Aumento do nível de detalhe do projeto de forma a evitar divergências e trabalhos adicionais.

Figura 2 – Exemplo ilustrativo de configurações e tipologias



5.2.3. FASE 3 – EXECUÇÃO

Esta fase compreende a elaboração dos seguintes procedimentos para o processo de concurso:

1. Lançamento do concurso e análise de propostas (I) e negociação (I).
2. Apresentação de novas propostas (II), seguidas da respetiva análise (II) e negociação (II);
3. Apresentação de erros e omissões de projeto e nova proposta (III), seguida de negociação (III), concluindo com a adjudicação da empreitada;
4. Durante esta fase é feita uma análise contínua de: i) orçamento; ii) estratégia para otimização do projeto; iii) erros de medição; iv) alteração de soluções construtivas e de materiais; e v) exigências regulamentares e legislativas.

Durante a execução da obra, os efeitos da pandemia a nível mundial, e o 2º confinamento em Portugal provocaram consequências bastante negativas, quer com o aumento de preços e indisponibilidade de materiais e equipamentos, quer com a escassez de mão-de-obra. Esta alteração anormal de circunstâncias provocou alterações no equilíbrio contratual, e conduziu à necessidade de nova otimização do projeto de forma a minimizar as perdas.

Relativamente ao controlo de custos, salienta-se a verificação periódica e regular do planeamento e seu balizamento semanal; e a verificação da realidade da empreitada face ao planeamento previsto, de modo atuar com antecedência em caso de desvios. Por outro lado, a elaboração de mapas de adjudicações de subempreitadas e de fornecimentos permite um controlo sobre o momento ótimo de tomada de decisões, de modo a não afetar o planeamento da obra. A antecipação de

pedidos de esclarecimentos, permite uma gestão estratégica que minimiza alterações ao normal andamento da empreitada. A elaboração e validação de boletins de aprovação de materiais também promove o normal andamento da empreitada (pois todos os materiais e equipamentos a incorporar em obra, mesmo que iguais aos previstos em projeto, devem ser submetidos à aprovação).

O controlo de qualidade é efetuado diariamente pela fiscalização, assegurando um cumprimento rigoroso do projeto.

Relativamente ao controlo de segurança, são cumpridos todos os requisitos constantes no manual de segurança e plano de segurança específicos da empreitada.

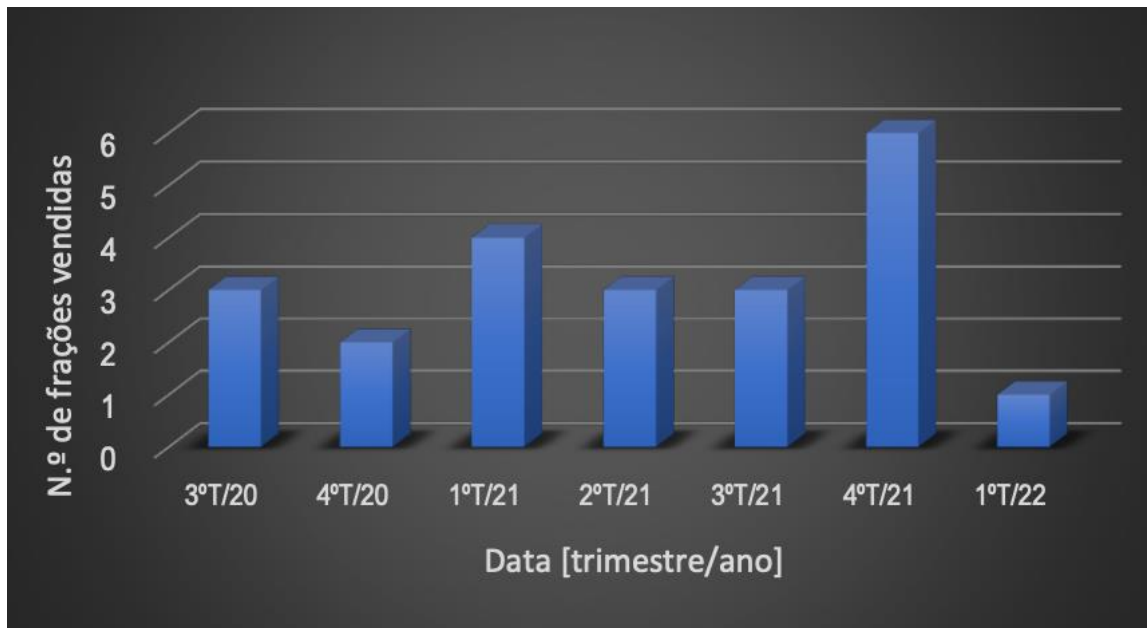
5.2.4. FASE 4 – VENDAS

Nesta fase está implementado um plano de marketing e uma estratégia de vendas completa, que permitiu um ritmo de vendas que supera o planeado. Na figura 3 apresenta-se a evolução do número de vendas.

Salienta-se as seguintes estratégias de vendas através da correção do produto, de que são exemplo: i) a construção de uma instalação sanitária adicional nos apartamentos T2 de maior área; ii) o aumento da área do terraço exterior do apartamento T3 de valor mais elevado; iii) a instalação de equipamentos de ar condicionado nos apartamentos, que inicialmente dispunham apenas de pré-instalação.

Outras estratégias utilizadas foram o ajuste dos preços de tabela das tipologias que se encontravam com menos adesão por parte dos compradores, a venda de arrecadações, bem como a execução de um andar modelo.

Figura 8 - Ritmo de vendas.



5.3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A primeira fase da pandemia (início do ano de 2020) caracteriza-se por uma desaceleração da atividade económica. De modo geral as atividades de construção e imobiliário não foram suspensas, tendo, no entanto, sofrido atrasos relevantes. A partir do final do ano de 2020, começou a assistir-se a um arranque generalizado das economias a nível mundial, sendo que a produção e a distribuição não foram capazes de acompanhar essa retoma.

O resultado foi uma rotura nos stocks de materiais de construção e de equipamentos, o que provocou um aumento drástico de preços nos meses que se seguiram. Este aumento teve impacto significativo na construção e imobiliário.

O facto de frequentemente as empreitadas do setor imobiliário serem adjudicadas por valor global com preços fixos não revisíveis, faz aumentar a tensão entre promotores, empreiteiros, subempreiteiros e fornecedores, tendo levado inclusivamente a falência de empresas que já não tinham solidez suficiente.

Os impactos mais relevantes para o presente caso de estudo são os seguintes:

1. Impacto no preço: aumento do custo

de mão-de-obra, de matérias-primas, dos combustíveis, e também dos transportes terrestres, marítimos e aéreos;

2. Impacto no prazo: aumentos dos prazos de execução das atividades por inexistência de mão-de-obra qualificada suficiente, com conseqüente aumento da duração do período de construção que conduziu a um aumento dos custos da empreitada.

Como a possibilidade de refletir este aumento nos valores de venda é limitado, sob pena de condicionar fortemente as vendas, os promotores deste caso de estudo viram-se obrigados a encontrar alternativas para otimização do custo e do prazo de execução. Salienta-se que a aposta na redução do prazo de execução da empreitada conduz também indiretamente a uma redução nos custos, diretos (custos de estaleiro) e indiretos (prestadores de serviços do promotor, avenças mensais, encargos de financiamento).

Na tabela 6 apresenta-se os rácios económicos obtidos: o R_C (custo previsto/custo real), e o R_R (receitas previstas/receitas reais). Salienta-se o impacto positivo em que se culminou (o aumento de custos pôde ser compensado por um aumento nas receitas).

Tabela 10 - Rácios económicos

	R _c	R _R
Custos decorrentes da FASE 1 (aquisição)	1/0,99	-
Custos decorrentes da FASE 2 (projeto)	1/1,29	-
Custos decorrentes da FASE 3 (execução)	1/1,54	-
Receitas decorrentes da FASE \$ (vendas)	-	1/1,13

A aplicação desta metodologia, permitiu a otimização deste projeto de investimento imobiliário através da implementação das seguintes estratégias:

- 1- Levantamento preliminar que permitiu aferir que o edifício tinha uma área 15% superior à declarada. Posteriormente foi efetuado levantamento topográfico tridimensional, a laser, para definição das bases de arquitetura;
- 2- Reuniões prévias com entidades licenciadoras que permitiram que o processo de licenciamento fosse corretamente instruído antes de ser submetido, permitindo cumprir com os objetivos do promotor, e ser aprovado num prazo inferior a 12 meses, pese embora a quase paralisação destas entidades durante a pandemia;
- 3- Otimização generalizada dos projetos de arquitetura e das diversas especialidades;
- 4- Revisão das soluções técnicas e construtivas (recursos à pré-fabricação, seja para fachadas seja para interiores, de que é exemplo a adoção generalizada de tetos e paredes em gesso cartonado);
- 5- Seleção de matérias equivalentes e de custo otimizado (revestimentos de paredes e pavimentos, soluções de carpintaria alternativas, loiças sanitárias e torneiras, sistemas de AVAC);
- 6- Medição e revisão de projeto;
- 7- Estratégias de negociação com fornecedores e empreiteiros, durante as fases de projeto, de concurso, e de construção;
- 8- Negociação e otimização do projeto – permitiu que durante a fase de negociação, o projeto fosse sendo progressivamente afinado, de modo a reduzir o valor da adjudicação;
- 9- Controlo sistemático e permanente do processo de forma a antecipar situações indesejadas, possibilitando a adoção de medidas preventivas. Salienta-se i) o controlo do planeamento com balizamento semanal e elaboração de mapas de adjudicações de subempreitadas e fornecimentos, ii) o controlo de qualidade, com os pedidos de esclarecimento e boletins de aprovação de materiais e iii) o controlo de custos, permitindo a todo o momento ter uma fotografia da situação financeira do projeto, de modo a controlar os desvios, e encontrar alternativas para mitigar impactos negativos.
- 10- Aumento das receitas de venda, com revisão periódica da tabela de preços, da política de descontos, e das condições de pagamento.

6. CONCLUSÕES

Conforme referido, a atividade de promoção imobiliária comporta riscos, e um período de imobilização de capital significativo, o que implica uma necessidade de remuneração adequada por parte do investido. Por serem operações que se prolongam vários anos, estão sujeitas às mais variadas situações conjunturais, que podem afetar significativamente os resultados, e pôr inclusivamente em causa a viabilidade do investimento. A realidade no momento do arranque do projeto imobiliário pode alterar-se drasticamente de um momento para outro.

Demonstra-se a relevância da utilização desta metodologia para execução de projetos imobiliários, atuando em múltiplas variáveis em simultâneo, de modo a que os interesses dos investidores sejam

defendidos a todo o momento, e sejam mitigados os riscos das situações que vão acontecendo ao longo do projeto imobiliário.

Pese embora tudo o que aconteceu, e tendo como referência a situação à data da tomada de decisão do investimento, o desvio de 5 meses registado no prazo de execução é considerado admissível pelo investidor, sendo que a margem de lucro do projeto se manteve praticamente inalterada. Os impactos no custo e no prazo, maioritariamente imputáveis à pandemia, estão na sua maioria mitigados devido à implementação da metodologia desenvolvida, nomeadamente o descrito na etapa contínua, que analisa os imprevistos ao longo do desenvolvimento do projeto imobiliário.

A aplicação da metodologia ao caso de estudo apresentado permitiu gerir um projeto imobiliário que começou antes do início da pandemia de Covid-19, teve a execução e vendas a desenrolarem-se durante 2 anos de pandemia, e teve a sua conclusão já depois de se ter iniciado a guerra na Ucrânia. Os autores encontram-se a elaborar estudos no sentido de analisar os imprevistos decorrentes da atual guerra e os resultados sero objeto de uma futura publicação.

7. REFERÊNCIAS

- Chetty, R.; Sándor, L.; & Szeidl, A. (2017). The effect of housing on portfolio choice. *The Journal of Finance*, 72(3), 1171–1212
- D’Lima, W.; & Schultz, P. (2020). Residential Real Estate Investments and Investor Characteristics. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 63, 354–393
- Dong, Z.; & Sing, T. (2017). Developers’ heterogeneity and real estate development timing options. *Journal of Property Investment & Finance*, 35(5), 472-488.
- Especial, P.; Salvado, F.; & Couto, P. (2022). Metodologia para a execução de projetos imobiliários de reabilitação de edifícios, em tempos de pandemia. CongrEGA2022 - 1º Congresso nacional de engenharia e gestão de ativos. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Faulkner, D. (2016). The Chinese real estate market: development, regulation, and investment. *Journal of Property Investment & Finance*, 34(6), 670-671.
- Figari, F.; Paulus, A.; Sutherland, H.; Tsakoglou, P.; Verbist, G.; & Zantomio, F. (2012). Taxing home ownership: distributional effects of including net imputed rent in taxable income. *Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit Institute for the Study of Labor*, DP n. ° 6493.
- Gauch, H. (2003). *Scientific Method in Practice*. UK: Cambridge University Press
- Gholipour Fereidouni, H.; & Ariffin Masron, T. (2013). Real estate market factors and foreign real estate investment. *Journal of Economic Studies*, 40(4), 448-468.
- Giacoletti, M., & Westrupp, V. (2017). Residential real estate traders: Returns, risk, and strategies. Working paper. Stanford Graduate School of Business.
- Griggs, J.; & Kemp, P. (2012). Housing allowances as income support: comparing European welfare regimes. *International Journal of Housing Policy*, 12(4), 391-412.
- Hin, K.; Ho, D.; & Addae-Dapaah, K. (2014). Real estate market cyclical dynamics: the prime office sectors of Kuala Lumpur, Singapore and Hong Kong. *International Journal of Managerial Finance*, 10(2), 241-258
- Hudak, D., & Maxwell, M. (2007). A macro approach to estimating correlated random variables in engineering production projects. *Construction Management and Economics*, 25(8), 883–892
- Knuth, S. (2015). Global finance and the land grab: mapping twenty-first century strategies. *Canadian Journal of Development Studies*, 36(2), 163-178.
- Myers, M. (2009). *Qualitative research in business and management*. London, UK: Sage

PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar. **Revisão por pares:** Dupla revisão anónima por pares.



Todo o conteúdo da [Revista de Ativos de Engenharia](#) é licenciado sob *Creative Commons*, a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.






ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DIFERENTES TIPOS DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE FACILITY MANAGEMENT E BUILDING INFORMATION MODELING

COMPARATIVE STUDY BETWEEN DIFFERENT TYPES OF INTEGRATION OF FACILITY MANAGEMENT AND BUILDING INFORMATION MODELING SYSTEMS

[10.29073/rae.v1i2.654](https://doi.org/10.29073/rae.v1i2.654)

Receção: 08/08/2022 Aprovação: 05/04/2023 Publicação: 01/07/2023

Rodrigo da Silva Varela Pedral Sampaio ¹, António Aguiar Costa ², Inês Flores-Colen ³

RESUMO

A Gestão de Instalações ou Facility management (FM) é uma atividade profissional que contribui para a manutenção, melhoria e adequação dos edifícios em condições de uso, envolvendo atividades multidisciplinares e contando com diferentes tecnologias para promover um ambiente produtivo que suporte os objetivos primordiais da organização. Além disso, vários sistemas específicos carregam as informações do FM. Com o aparecimento dos edifícios inteligentes, que incorporam a maioria dos espaços com objetos inteligentes, o Building Information Modelling (BIM) tem proporcionado aos gestores uma melhoria na qualidade das operações a custos mais baixos e num tempo mais reduzido, permitindo a troca de informações entre os diversos stakeholders envolvidos. No entanto, um dos maiores desafios para a adoção da abordagem BIM é garantir uma troca de informação eficiente e robusta. Ademais, devido ao elevado número de dados gerados ao longo do ciclo de vida de um ativo, é crucial fornecer consistência de troca de informação, rastreabilidade e um repositório a longo prazo, de modo que as soluções atuais devam incluir a integração de dados de sistemas FM e BIM. Assim, a interoperabilidade e a integração automática são os principais motivos de problemas durante o ciclo de vida de um ativo, assim como a assimetria de informação e a fragmentação de dados. Para isso, modelos de dados de padrão aberto melhoram essa integração entre modelos BIM e os sistemas FM. Este artigo discute abordagens convencionais com potencial e maior impacto na integração de dados FM e seus benefícios e deficiências.

Palavras-Chave: MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO; GESTÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO; INTERNET DAS COISAS; INTEGRAÇÃO BIM-FM-IOT

ABSTRACT

Facility management (FM) is a profession that contributes to maintaining, improving, and adapting buildings' in-service conditions, involving multidisciplinary activities and relying on different technologies to promote a productive environment that supports the organization's primary objectives (core-business). Also, various FM systems carry the information of FM. With the emergence of intelligent buildings, which embed most spaces with smart objects, building information modelling (BIM) has provided builders new opportunities to quality upgrade them at lower costs and shorter project duration, allowing information exchange between the various stakeholders involved. However, one of the biggest challenges to adopting the BIM approach is to ensure an efficient and robust exchange of information. Furthermore, as data amount drastically increases over time, it is vital to provide information consistency, traceability, and long-term archiving, so current solutions include integrating BIM and FM systems data. So, interoperability and automatic combination are the main reasons for common problems during a building life cycle, such as information asymmetry and data fragmentation. For this purpose, open-standard data models improve this integration between BIM models and FM systems. This paper discusses conventional approaches with potential and higher impact on FM data integration and their benefits and shortcomings.

Keywords: BUILDING INFORMATION MODELLING; FACILITY MANAGEMENT; INTERNET OF THINGS; BIM-FM-IOT INTEGRATION

1. INTRODUÇÃO

Facility management (FM) é uma profissão que contribui para a manutenção, melhoria e adequação de edificações em condições de uso, envolvendo atividades multidisciplinares que englobam diversos profissionais para garantir a funcionalidade do ambiente construído, integrando pessoas, lugar, processo e tecnologia para promover um ambiente produtivo. ambiente que suporta os negócios não essenciais de uma organização em um edifício (Teicholz, 2004). Não obstante, a gestão dos edifícios deve ser eficiente durante o seu ciclo de vida, com uma forma sustentável de encarar os novos desafios da União Europeia (UE): resiliência e transição digital.

Na última década, a arquitetura, engenharia, construção e o facility management (AECFM) tem vindo a acelerar a implementação de inovações essenciais nos seus processos de gestão e projeto, experimentando uma mudança de paradigma impulsionada por novas ferramentas computacionais. Além disso, para alcançar uma gestão inteligente e eficiente de tais propósitos, os facility managers (FMs) necessitam de ferramentas poderosas para organizar o conhecimento produzido por cada ator durante o ciclo de vida da edificação. Assim, a tecnologia da informação (TI) ganha cada vez mais importância neste setor, fornecendo ferramentas e sistemas para a gestão da informação das instalações e melhorando a produtividade e eficiência (Costa et al., 2015; Santos et al., 2017; Vieira et al., 2020).

Com o surgimento dos edifícios inteligentes, a metodologia BIM tem proporcionado aos construtores novas oportunidades de atualização de qualidade a custos mais baixos e menor duração do projeto, permitindo a troca de informações entre os diversos stakeholders envolvidos (Zhang et al., 2015). No entanto, a gestão dos processos e a integração dos produtos no FM ainda são realizadas de forma manual, separada e independente uma da outra, tornando-a ainda mais complexa (Jallow et al., 2014).

Os utilizadores de vários sistemas FM, nomeadamente, computer-aided facilities management (CAFM), computerized maintenance management system (CMMS) e building automation system (BAS), carregam as informações do FM para suas tarefas de negócios. De fato, a maioria desses sistemas compartilham funções semelhantes de gestão de ativos e manutenção, focando principalmente na captura de informações valiosas, mas alguns desses sistemas não conseguem abranger a diversidade de todos os requisitos de FM (McArthur & Bortoluzzi, 2018; Volk et al., 2014).

Além disso, um estudo desenvolvido nos Estados Unidos da America (EUA), no início dos anos 2000, estimou que a economia anual potencial a indústria do FM dos EUA em mais de US\$ 2 bilhões, para proprietários e operadores relacionados com uma gestão de processos de negócios ineficiente. Esses custos surgem de uma gestão ineficaz de processos de negócios, sistemas redundantes de FM, custo de treino para esses sistemas, perda de produtividade e custos de retrabalho, entre outros (Gallaher et al., 2004).

O BIM aplicado à FM está a reinventar a forma como é planeada a estratégia, no que se refere à entrega, operação, manutenção e gestão das infraestruturas, oferecendo uma excelente oportunidade para melhorar a gestão da informação para os FMs e possibilitando um caminho mais sustentável na gestão do ambiente construído. Ademais, permite suportar dados e sistematizá-los de forma estruturada, potenciando uma integração mais abrangente dos processos e promovendo abordagens mais inteligentes ao FM (Azhar & Asce, 2011). Além disso, como a quantidade de dados aumenta drasticamente ao longo do tempo, é vital fornecer consistência de informações, rastreabilidade e arquivamento de longo prazo, para que as soluções atuais incluam a integração de dados de sistemas BIM e FM (Azhar & Asce, 2011).

A integração manual de dados heterogêneos pode incorrer em uma tarefa de mão de obra de alto custo e causar informações incorretas, impedindo a uma tomada de decisão mais assertiva. Assim, o BIM é uma metodologia utilizada como repositório de dados e fonte de informações para suporte à operação e manutenção (O&M) e reduzindo em até 98% o tempo de atualização dos bancos de dados (McArthur & Bortoluzzi, 2018).

A integração de BIM e FM é relativamente nova e a pesquisa nesses campos ainda se encontra em estágios iniciais (Bröchner et al., 2019), havendo potencial para o desenvolvimento de novos e significativos conhecimentos e ferramentas para a prática de FM, resultando em edifícios mais sustentáveis e eficientes. A recente preocupação com uma integração eficaz entre os sistemas BIM e FM oferece uma excelente oportunidade para melhorar a gestão da informação nos ambientes contruídos através de poderosas ferramentas de análise de dados, como as plataformas BIM interoperáveis.

2. ANÁLISE DO CONTEÚDO

Historicamente, Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) e FM não são conectados ao ciclo de vida do ativo construído, particularmente na transferência de informações (Pärn et al., 2017; Rogage & Greenwood, 2020; Teicholz, 2004; Vanlande et al., 2008; Volk et al., 2014). Consequentemente, a adoção do BIM como uma plataforma que permite aos utilizadores integrar e reutilizar informações de construção apresenta a oportunidade de troca automatizada de informações, desencadeando uma nova visão do paradigma da indústria AECFM.

Tradicionalmente, as fases de projeto e construção produzem informações geométricas. No entanto, a falta de informações não geométricas, a falta de flexibilidade, a ausência de conhecimentos técnicos e o custo do software são os principais motivos para o atraso no desenvolvimento da gestão inteligente e o baixo nível de eficiência do FM por intervenientes não utilizadores de BIM

(Bonanomi, 2016). Na realidade, os modelos baseados em BIM exigem altos níveis de integração, conectividade, colaboração em tempo real, interoperabilidade e inovações tecnológicas inteligentes que atendam à demanda por métodos customizados e sustentáveis.

Diferentes participantes geralmente realizam o projeto, construção e gestão da fase de Operação e Manutenção (O&M). No geral, os formatos que o sistema FM suporta para importação e exportação são textuais, como planilhas e arquivos de banco de dados relacional, sendo a maioria desses dados heterogênea (Kang & Hong, 2015). Neste sentido, um dos maiores desafios na adoção da abordagem BIM é garantir uma troca de informações eficiente e robusta.

Toda a estrutura teórica do BIM é fundamentada na troca de dados entre sistemas (Kensek, 2015). As trocas de informações estão inevitavelmente associadas à possibilidade de envio de informações entre diferentes sistemas, termo denominado interoperabilidade. No entanto, a interoperabilidade e a integração são os principais motivos de problemas comuns durante o ciclo de vida de uma construção, como assimetria de informações e fragmentação de dados (Bonanomi, 2016). Além disso, é difícil para os computadores integrarem os dados ao armazenar diferentes fontes de dados em diversos formatos.

Embora um padrão internacional possa gerir informação relacionada com projeto e construção de um edifício, os dados dos sistemas FM não podem ser controlados por um modelo de dados comum, pois utiliza diferentes âmbitos e funções na fase de O&M (Kim et al., 2018). Para isso, modelos de dados de padrão aberto melhoram essa integração entre modelos BIM e sistemas FM (Marmo et al., 2020). Além disso, os padrões e procedimentos abertos evitam a perda de dados para uma melhor partilha de informação, uso e reutilização de informações, coordenação e comunicação, como por exemplo o padrão de dados industry foundation classes (IFC), para comunicação entre computer aid drawings

(CAD) ou, em outras palavras, entre modelos de informação auxiliados por computadores, como Revit, Allplan e Archicad, e o construction operation building Information exchange COBie), para comunicação entre partes interessadas (Ozturk, 2020).

De fato, as principais informações baseadas em BIM para FM consistem em uma folha de dados COBie e um modelo BIM baseado em Industry Foundation Classes (IFC). No entanto, COBie e IFC têm esquemas diferentes e, para usá-los no trabalho de FM, um modelo integrado de construção baseado em IFC deve gerir os dados necessários do sistema FM com alguns dados externos. Como tal, integrar as informações de FM de várias estruturas de banco de dados e definir automaticamente as suas relações com as necessidades do FM prenuncia um aumento significativo nas tarefas de O&M.

2.1. INDUSTRY FOUNDATION CLASS (IFC)

Este padrão é um formato neutro e um modelo de dados abertos para representar componentes de um edifício físico ao longo de todo o ciclo de vida do edifício, facilitando a transferência de dados entre ferramentas BIM, como software BIM e ferramentas que admitem importação de ficheiros IFC (Kang & Hong, 2015). Seu desenvolvimento começou em 1995 com a Industry Alliance for Interoperability, agora BuildingSMART e sua primeira versão foi lançada em 1997 (Howard & Björk, 2008).

O modelo IFC apresenta uma linha de base para a troca de informações geométricas e não geométricas de um modelo BIM para um formato padrão (Vieira et al., 2020) e especifica um esquema de dados e uma estrutura de formato de arquivo de troca. Esse esquema de dados é definido na linguagem de especificação de dados

EXPRESS e na linguagem de definição de esquema XML (EN ISO 16739-1, 2018). Além disso, uma estrutura para dicionários ou ontologias multilíngues de dados chamado International Framework for Dictionaries (IFD) define os termos e significados de entidades, produtos e processos, enriquecendo o modelo ao vincular vários bancos de dados que consistem em um projeto específico e dados de produto para verificações avançadas (EN ISO 12006-2, 2001; EN ISO 12006-3, 2007).

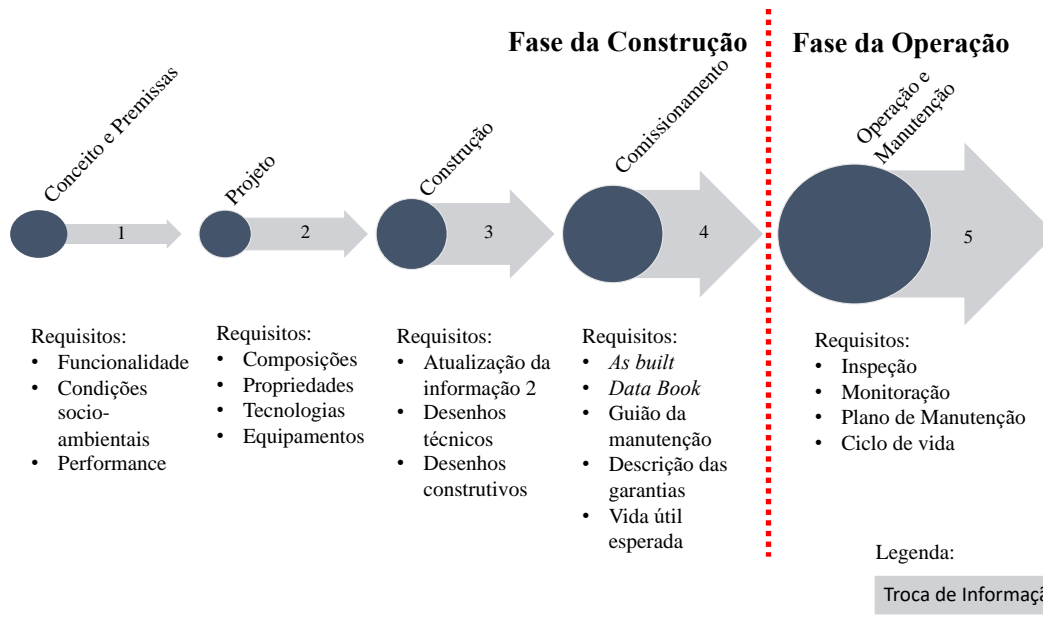
2.1. CONSTRUCTION OPERATION BUILDING INFORMATION EXCHANGE (COBIE)

De acordo com a EN ISO 19650-2 (EN ISO 19650-2, 2018), em sua versão britânica, as informações não geométricas devem ser estruturadas em formatos de dados abertos, seguindo o COBie, que fornece os meios para gerenciar a consistência dos dados entre CAFM e BIM e fornecer as informações necessárias para os gerentes de instalações (Pärn et al., 2017)

O formato COBie é o padrão internacional para troca de informações para gestão de ativos, similar a uma definição de Model View Definition (MVD) elucidada pelo BuildingSMART, não adicionando novos requisitos aos contratos, mas alterando o atual formato de entregas em papel para um formato aberto, num padrão internacional (Pishdad-Bozorgi et al., 2018).

Cinco fases de entrega progressiva estruturaram o esquema COBie, os chamados Data Drops (DD). Cada uma dos DD representam uma etapa do projeto, e os dados vão sendo adicionados gradativamente durante todo o processo de construção, uma fase inicial, e então todas as informações ficam disponíveis para o gerente da instalação (Bonanomi, 2016). A Figura 1 resume a estrutura de dados COBie nas fases de construção e operação.

Figura 9- Estrutura informativa dos dados COBie e o ciclo de vida do edifício. Fonte: adaptada de (Bananomi, 2016)



Os principais objetivos do COBie são definir quais informações são necessárias para que os objetos BIM suportem as atividades de FM e aprimorar o desenvolvimento de uma plataforma interoperável entre software BIM e sistemas de informação (Bill East & Carrasquillo-Mangual, 2012). O COBie pretende assim facilitar a transferência de informação ao longo das várias fases de desenvolvimento do projeto.

3. ABORDAGENS CONVENCIONAIS DE INTEGRAÇÃO BIM-FM

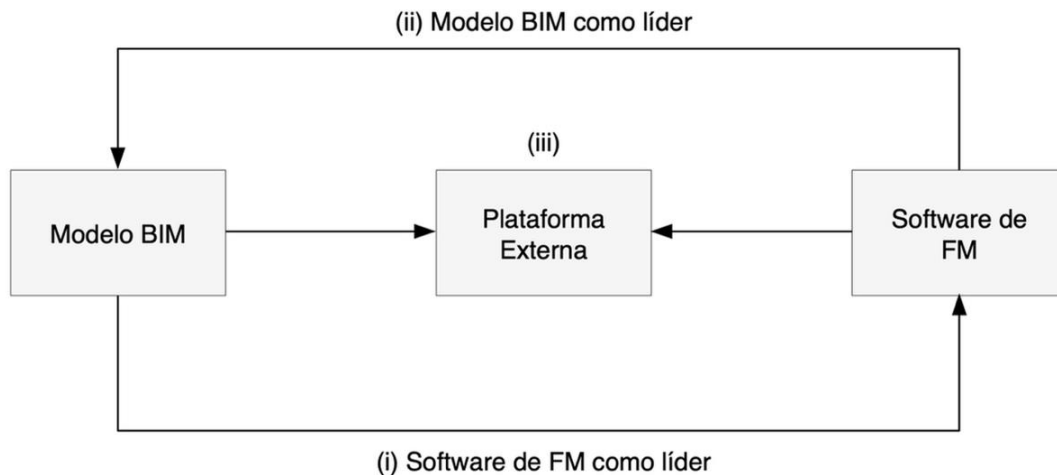
Convencionalmente, o BIM é usado para integração de dados FM em três abordagens principais: (i) sistema FM lideram o processo e o BIM é utilizado suporte, (ii) o BIM lidera o processo e os sistemas FM são utilizados como suporte e (iii) como uma plataforma externa integrando modelo BIM e sistema FM, Figura 2 (Kula & Ergen, 2021).

3.1. ABORDAGEM 1 – SOFTWARE FM COMO LÍDER

Na primeira abordagem, os sistemas FM dominam o modelo integrado, e o modelo

BIM é usado como modelo auxiliar para converter os dados BIM para suportar um sistema FM. O fluxo de trabalho começa com a extração de dados relevantes de um modelo BIM e a preparação de dados para transferência, normalmente via formato COBie, colocando os dados em uma estrutura adequada para uma ferramenta FM pretendida. Assim, uma definição clara de quais informações de FM precisam ser incluídas no BIM continua sendo um passo necessário e crítico (Pishdad-Bozorgi et al., 2018). O COBie identifica e codifica todas as informações necessárias, fornecendo uma maneira estruturada de gerir os dados dos ativos, como dados de instalação, descrição de garantia, vida útil de referência e outros ao longo do ciclo de vida da edificação (Alnaggar & Pitt, 2019). Essa abordagem é vantajosa principalmente porque (i) os sistemas FM são mais leves do que os modelos BIM, (ii) são adequados para modificações e (iii) não requerem treino adicional de pessoal (Kula & Ergen, 2021). Por outro lado, a falta de visualização tridimensional e interatividade podem ser encaradas como deficiências.

Figura 10 - Abordagens convencionais de integração BIM-FM. Fonte: adaptada de (Kula & Ergen, 2021)



3.2. ABORDAGEM 2 – MODELO BIM COMO LÍDER

A segunda abordagem é dominada pelo modelo BIM, e o Sistema FM é utilizado como modelo auxiliar para importar ou integrar dados no modelo BIM, fornecendo suporte de dados não geométricos conforme necessário. Os arquivos IFC permitem o processo de partilha para melhor qualificação e validação dos dados, ajudando a superar o problema de interoperabilidade entre diversos softwares utilizados no AECFM (Vanlande et al., 2008). Por exemplo, classes de objetos, classes de relações e classes de recursos preenchem arquivos IFC com informações e relações, tornando a integração possível (Shalabi & Turkan, 2017).

O uso de modelos BIM para gerir dados de FM parece um bom caminho para aprimorar as práticas atuais de FM. No entanto, constituem-se como pontos negativos. (i) dificuldade em aceder ou encontrar a documentação do projeto existente ou uma definição clara das convenções FM, especialmente em edifícios existentes (Bonanomi, 2016; Pärn et al., 2017; Volk et al., 2014), (ii) ferramentas de autoria BIM e treino para a equipa de gestão de instalações (Becerik-Gerber et al., 2012) e (iii) gestão de big data e as limitações associadas às ferramentas BIM (Abdirad & Dossick, 2020; Kula & Ergen, 2021; Thabet & Lucas, 2017).

3.3. ABORDAGEM 3 – PLATAFORMA EXTERNA DE GESTÃO

Na terceira abordagem, para alcançar a interoperabilidade entre os sistemas BIM e FM, são geradas regras de mapeamento entre IFC e COBie, que representam aplicações em dois domínios diferentes, para garantir o mapeamento preciso entre os dois modelos de informação e alcançar a integração do modelo. Para resolver o problema da heterogeneidade dos sistemas BIM e FM, as informações são transferidas para uma plataforma de gestão de terceiros, chamada middleware.

Atualmente, as soluções de middleware estão crescendo rapidamente, e muitas soluções de integração estão a utilizar esse recurso (Abdirad & Dossick, 2020; Kim et al., 2018; Kula & Ergen, 2021; Pavón et al., 2021). Uma solução de middleware permite que dois softwares diferentes troquem informações e conectem aplicativos. O objetivo principal dessa customização é oferecer soluções simplificadas que reduzam o treinamento BIM para a equipe de gerenciamento de instalações com habilidades limitadas em plataformas avançadas.

Kang & Hong (2015) categorizaram essa abordagem de integração em cinco grupos, ou seja, (i) abordagens baseadas em ontologias; (ii) abordagens baseadas em esquemas; (iii) abordagens baseadas em serviços; (iv) abordagens baseadas em processos; (v) abordagens baseadas em

sistemas. Além disso, concluíram que as abordagens baseadas em ontologia são mais flexíveis do que outras abordagens e integram dados heterogêneos entre o modelo padrão. Ontologias fornecem a representação explícita de contextos e permitem sua reutilização entre sistemas. Além de usar ontologias, aplicações de reconhecimento de contexto podem ser equipadas com diversos mecanismos de inferência baseados em lógica. Em particular, com base em princípios ontológicos, essas propostas visam reduzir os requisitos e regras redundantes para troca de informações. Como exemplo disso (Kim et al., 2018) desenvolveu uma ontologia baseada em linguagem de ontologia da web (OWL) para gerenciar as informações de FM necessárias a partir de dados IFC e COBie baseados em BIM.

Os desenhos para verificar localizações, atributos ou quantidades de ativos e suas conexões com os sistemas prediais são vitais para a equipa de O&M (Abdirad & Dossick, 2020). Neste sentido, os modelos BIM são excelentes ferramentas devido à sua grande capacidade de armazenar informações associadas à representação tridimensional (3D), de aceder às informações da construção por meio de uma única plataforma e de proceder a atualizações automatizadas de modelos (Vieira et al., 2020).

No entanto, o sucesso dos FMs depende muito da precisão, disponibilidade e acessibilidade dessa informação que são criadas nas fases de projeto e construção do ciclo de vida do edifício e depois entregues à equipas de FM. Ocorre que, por vezes, essas informações geométricas e não geométricas do modelo BIM não estão completos e/ou são imprecisas, obrigando os FMs a recriarem todos os dados necessários para controlo e gestão desses ativos, já na fase operacional (Alnaggar & Pitt, 2019).

Na literatura, vários trabalhos foram encontrados nesse sentido. Parece que traduzir os esquemas IFC em OWL corresponde a gerar uma ontologia a partir de esquemas IFC e melhora

substancialmente o processo de integração. Além disso, a ontologia serve como o mecanismo central para fluxos de aprendizado de máquina (ML), como as interações complexas, que representam dados compreensíveis por máquina e algoritmos de ML e facilitam a comunicação de ferramentas de extração de informações. Em contrapartida, devido aos problemas de interoperabilidade com os modelos BIM e sistemas FM, (i) soluções personalizadas para cada estudo de caso para tornar os dados intercambiáveis, (ii) o desenvolvimento de uma taxonomia de informações não geométricas e cada ontologia e (iii) a otimização dos processos de O&M e a tarefa de programação complexa são pontos ainda a serem melhor estudados.

4. CONCLUSÕES

Quando se pensa na gestão da informação de uma maneira integrada, os facilities managers (FMs) consomem uma grande parte de seu tempo em tarefas pouco produtivas, como por exemplo, na pesquisa e validação de diferentes informações. A integração da informação nas diferentes fases do ciclo de vida (projeto, construção e operação) é um dos principais motivos que contribui para esse consumo excessivo de tempo por parte dos FMs. Assim, as tendências tecnológicas globais apontam para um compromisso dos players do setor de FM com a integração de tecnologias digitais, a adoção de novos processos e um foco claro na gestão eficiente durante o ciclo de vida da construção. Parece que esta indústria está passando por um boom digital devido à integração de novas tecnologias, conceitos e abordagens. No entanto, a literatura aponta ainda para um baixo nível de maturidade tecnológica das empresas do setor de facility management.

Este artigo abordou os diferentes tipos de integração de sistemas de facility management (FM) e building information modeling (BIM). Assim, a revisão da literatura indicou que um dos principais desafios enfrentados pelos gestores de facilities é a falta de integração e

interoperabilidade entre as diversas funções do facility management. Além disso, informações incompletas da construção na entrega e a falta de ferramentas dedicadas à gestão da operação e manutenção são razões fundamentais para o atraso no desenvolvimento de uma gestão nessa etapa do ciclo de vida mais inteligente.

Por esta razão, três principais abordagens de integração foram apresentadas e discutidas. As duas primeiras abordagens são exatamente opostas em termos de deficiências e, portanto, a literatura aponta uma solução híbrida, assim como a terceira abordagem. À medida que os estudos de ontologia na indústria arquitetura, engenharia, construção e facility management aumentam, essa abordagem híbrida também aumentará devido à comunicação dos sistemas. Por fim, a transformação de dados em conhecimento por meio de estudos ontológicos para um modelo automatizado e de apoio à decisão na gestão de instalações surge como insights sobre tendências futuras.

De fato, esses benefícios e deficiências mencionados acima abrem um debate interessante sobre como a transição digital afetará a indústria do facility management e os antecedentes necessários para uma integração bem-sucedida. Portanto, desenvolver um sistema inteligente e integrado para edificações na fase da operação e manutenção é a direção para melhorar um processo e é essencial na gestão do ciclo de vida da edificação.

5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela bolsa de investigação ao abrigo de um contrato do Instituto Superior Técnico (IST), Universidade de Lisboa, 1018P.06013 / REV@Construção número 06013, e pela unidade de investigação CERIS.

6. REFERÊNCIAS

Abdirad, H., & Dossick, C. S. (2020). Rebaselining Asset Data for Existing

Facilities and Infrastructure. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 34(1), 05019004.

[https://doi.org/10.1061/\(asce\)cp.1943-5487.0000868](https://doi.org/10.1061/(asce)cp.1943-5487.0000868)

Alnaggar, A., & Pitt, M. (2019). Towards a conceptual framework to manage BIM/COBie asset data using a standard project management methodology. *Journal of Facilities Management*, 17(2), 175–187. <https://doi.org/10.1108/JFM-03-2018-0015>

Azhar, S., & Asce, A. M. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. In *Leadership Manage. Eng (Vol. 11)*.

Becerik-Gerber, B., Jazizadeh, F., Li, N., & Calis, G. (2012). Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(3), 431–442. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0000433](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000433)

Bill East, by, & Carrasquillo-Mangual, M. (2012). 2013-03-12-COBieGuide-Public-v05 The COBie Guide: a commentary to the NBIMS-US COBie standard 2013-03-12-COBieGuide-Public-v05 2
ACKNOWLEDGEMENTS.

Bonanomi, M. (2016). Building Information Modeling (BIM) and Facility Management (FM). In *Knowledge Management and Information Tools for Building Maintenance and Facility Management (pp. 149–177)*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23959-0_6

Bröchner, J., Haugen, T., & Lindkvist, C. (2019). Shaping tomorrow's facilities management. *Facilities*, 37(7–8), 366–380. <https://doi.org/10.1108/F-10-2018-0126>

Costa, A. A., Lopes, P. M., Antunes, A., Cabral, I., Grilo, A., & Rodrigues, F. M. (2015). 3I Buildings: Intelligent, Interactive and Immersive Buildings. *Procedia Engineering*, 123, 7–14. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.051>

- EN ISO 12006-2. (2001). Building construction-Organization of information about construction works-Part 2: Framework for classification of information. www.sis.se.Buytheentirestandardviahttps://www.sis.se/std-899471
- EN ISO 12006-3. (2007). Building construction-Organization of information about construction works-Part 3: Framework for object-oriented information. www.sis.se.Buytheentirestandardviahttps://www.sis.se/std-908526
- EN ISO 16739-1. (2018). Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema.
- EN ISO 19650-2. (2018). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM): Information management using building information modelling. Part 2, Delivery phase of the assets (p. 42).
- Gallaher, M. P., O'Connor, A. C., Dettbarn, Jr., J. L., & Gilday, L. T. (2004). Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry. <https://doi.org/10.6028/NIST.GCR.04-867>
- Howard, R., & Björk, B. C. (2008). Building information modelling - Experts' views on standardisation and industry deployment. *Advanced Engineering Informatics*, 22(2), 271–280. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2007.03.001>
- Jallow, A. K., Demian, P., Baldwin, A. N., & Anumba, C. (2014). An empirical study of the complexity of requirements management in construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 21(5), 505–531. <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2013-0084>
- Kang, T. W., & Hong, C. H. (2015). A study on software architecture for effective BIM/GIS-based facility management data integration. *Automation in Construction*, 54, 25–38. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.019>
- Kensek, K. (2015). BIM guidelines inform facilities management databases: A Case Study over Time. *Buildings*, 5(3), 899–916. <https://doi.org/10.3390/buildings5030899>
- Kim, K., Kim, H., Kim, W., Kim, C., Kim, J., & Yu, J. (2018). Integration of ifc objects and facility management work information using Semantic Web. *Automation in Construction*, 87, 173–187. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.12.019>
- Kula, B., & Ergen, E. (2021). Implementation of a BIM-FM Platform at an International Airport Project: Case Study. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(4), 05021002. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0002025](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0002025)
- Marmo, R., Polverino, F., Nicoletta, M., & Tibaut, A. (2020). Building performance and maintenance information model based on IFC schema. *Automation in Construction*, 118. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103275>
- McArthur, J. J., & Bortoluzzi, B. (2018). Lean-Agile FM-BIM: a demonstrated approach. *Facilities*, 36(13–14), 676–695. <https://doi.org/10.1108/F-04-2017-0045>
- Ozturk, G. B. (2020). Interoperability in building information modeling for AECO/FM industry. *Automation in Construction*, 113. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103122>
- Pärm, E. A., Edwards, D. J., & Sing, M. C. P. (2017). The building information modelling trajectory in facilities management: A review. In *Automation in Construction* (Vol. 75, pp. 45–55). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.12.003>
- Pavón, R. M., Alberti, M. G., Álvarez, A. A., & del Rosario Chiyón Carrasco, I. (2021). Use of bim-fm to transform large conventional public buildings into efficient

and smart sustainable buildings. *Energies*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/en14113127>

Pishdad-Bozorgi, P., Gao, X., Eastman, C., & Self, A. P. (2018). Planning and developing facility management-enabled building information model (FM-enabled BIM). *Automation in Construction*, 87, 22–38.

<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.12.004>

Rogage, K., & Greenwood, D. (2020). Data transfer between digital models of built assets and their operation & maintenance systems. *Journal of Information Technology in Construction*, 25, 469–481. <https://doi.org/10.36680/J.ITCON.2020.027>

Santos, R., Costa, A. A., & Grilo, A. (2017). Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015. In *Automation in Construction* (Vol. 80, pp. 118–136). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.03.005>

Shalabi, F., & Turkan, Y. (2017). IFC BIM-Based Facility Management Approach to Optimize Data Collection for Corrective Maintenance. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 31(1), 04016081. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)cf.1943-5509.0000941](https://doi.org/10.1061/(asce)cf.1943-5509.0000941)

Teicholz, E. (2004). Bridging the AEC technology gap. *IFMA Facility Management Journal*.

Thabet, W., & Lucas, J. (2017). Asset Data Handover for a Large Educational Institution: Case-Study Approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(11), 05017017. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001389](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001389)

Vanlande, R., Nicolle, C., & Cruz, C. (2008). IFC and building lifecycle management. *Automation in Construction*, 18(1), 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.05.001>

Vieira, R., Carreira, P., Domingues, P., & Costa, A. A. (2020). Supporting building automation systems in BIM/IFC: reviewing the existing information gap. In *Engineering, Construction and Architectural Management* (Vol. 27, Issue 6, pp. 1357–1375). Emerald Group Holdings Ltd. <https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2018-0294>

Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs. In *Automation in Construction* (Vol. 38, pp. 109–127). <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>

Zhang, J., Seet, B. C., & Lie, T. T. (2015). Building information modelling for smart built environments. *Buildings*, 5(1), 100–115. <https://doi.org/10.3390/buildings5010100>

PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar. **Revisão por pares:** Dupla revisão anônima por pares.





Todo o conteúdo da [Revista de Ativos de Engenharia](#) é licenciado sob *Creative Commons*, a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.

GESTÃO DO VALOR: UMA VISÃO NORMATIVA

VALUE MANAGEMENT—A STANDARDISATION INSIGHT

[10.29073/rae.v1i2.713](#)

Receção: 17/01/2023 Aprovação: 08/04/2023 Publicação: 01/07/2023

Patrícia Simões ¹, Diana Reguenga ², João Clara ³, Daniel Gaspar ⁴, Odete Lopes ⁵

¹ IPV-ESTGV; patgeraldo@gmail.com

² IPV-ESTGV; diana.reguenga@hotmail.com

³ IST; jclarajr@hotmail.com

⁴ IPV-ESTGV; danigaspar@estgv.ipv.pt

⁵ IPV-ESTGV; odete@estgv.ipv.pt

RESUMO

A Gestão do Valor, metodologia com maturidade e bastante divulgada mundialmente, caracteriza-se por ser muito versátil e ter diversas aplicações. A nível europeu, esta metodologia está disponível no sistema europeu de normalização através da norma de Gestão do Valor e das respetivas normas de suporte. Pretende-se, com o presente artigo, destacar as principais abordagens, benefícios, aplicações, métodos e ferramentas, para que profissionais e estudantes obtenham uma visão geral sobre a Gestão do Valor. Para tal, foi realizada uma análise deste sistema de gestão, destacando-se algumas ferramentas e métodos reconhecidos e testados. Apesar do interesse de longa data por este tema, a Gestão do Valor assume na atualidade uma relevância maior. Esta metodologia permite uma adaptação das organizações ao contexto atual de grande imprevisibilidade, à escassez de matéria-prima e ao aumento de preços, garantindo o desenvolvimento de soluções inovadoras, reinventando e transformando as atuais soluções.

Palavras-Chave: ANÁLISE DO VALOR (AV), ANÁLISE FUNCIONAL (AF), ENGENHARIA DO VALOR (EV), FUNÇÃO, GESTÃO DO VALOR (GV)

ABSTRACT

Value Management, a methodology with maturity and much disseminated worldwide, it's characterised by being very versatile and having various applications. In Europe, this methodology is available in the European standardization system through the Value Management standard and the respective support standards. The purpose of this article is to highlight the main approaches, benefits, applications and methods, and tools so that professionals and students can obtain an overview of Value Management. To this aim, an analysis of this management system was conducted, highlighting some recognised and tested tools and methods. Despite the long-standing interest in this subject, Value Management is nowadays more relevant. This methodology allows organisations to adapt to the current context of unpredictability, scarcity of raw materials and increase in prices, ensuring the development of innovative solutions, reinventing, and transforming the existing solutions.

Keywords: VALUE ANALYSIS (VA), FUNCTION ANALYSIS (FA), VALUE ENGINEERING (VE), FUNCTION, VALUE MANAGEMENT (VM)

1. INTRODUÇÃO

A Norma Europeia EN 12973 (Gestão do Valor) tem por objetivo definir, explicar e disseminar a Gestão de Valor apresentando recomendações, conceitos, princípios fundamentais, fatores-chave, métodos e ferramentas

que maximizam o desempenho da organização, dos produtos e serviços.

A Norma de Gestão do Valor pretende melhorar a compreensão dos resultados que podem surgir da aplicação da Gestão de Valor tais como a melhoria

organizacional, a definição clara de objetivos, a melhoria da produtividade, a melhoria da criatividade e o retorno do investimento.

Aplicar a metodologia de Gestão do Valor permite às organizações prepararem-se para qualquer risco ou incerteza que possa surgir, tal como a instabilidade do mercado, do ambiente natural e na própria organização, a perda de serviço, os constrangimentos e as decisões a tomar.

A Norma EN 12973 (CEN, 2020) salienta que a Gestão do Valor é direcionada:

- A quem tem o objetivo de atingir, realizar ou melhorar o valor;
- Aos líderes executivos que procuram melhorar a satisfação dos utilizadores / clientes e partes interessadas e o desempenho da organização;
- Aos gestores e outros que utilizam a Gestão do Valor para tomarem as suas decisões;
- A todos os que estão envolvidos no desenvolvimento, na implementação ou na formação do Gestão do Valor.

A aplicação da metodologia de Gestão do Valor tem como base um critério individual, selecionado de acordo com o contexto e os objetivos pretendidos, que permite que existam variadas aplicações de novos conceitos e métodos na prática da Gestão do Valor (Fernandes, 2015). Esta variabilidade cria, por vezes, a sensação de que existem divergências na utilização da metodologia, o que pode dificultar a sua compreensão inicial.

Para utilizar e beneficiar das potencialidades dos métodos de Gestão do Valor, deve-se garantir a formação e motivação das pessoas e garantir a orientação para o valor e para o desenvolvimento da cultura do valor

(CEN, 2020). A Gestão do Valor pode ainda ser aplicada em sinergia com outros sistemas de gestão, permitindo maximizar o desempenho da organização.

Com o presente artigo pretende-se, de uma forma simplificada, apresentar a metodologia, garantido um conhecimento básico para explorar as potencialidades da Gestão do Valor.

2. CONCEITOS

2.1 GESTÃO DO VALOR, ANÁLISE DO VALOR E ENGENHARIA DO VALOR

De acordo com a Norma EN 1325 (CEN, 2014) e a Norma EN 12973 (CEN, 2020), a Gestão do Valor (GV) é um conceito aplicado nos sistemas e abordagens de gestão existentes, baseados no pensamento, no comportamento e nos métodos orientados para o valor e para a função, particularmente dedicados a motivar as pessoas, a desenvolver competências e a promover sinergias e inovação, com o objetivo de maximizar o desempenho global da organização.

A SAVE¹ define *Value Methodology* (SAVE International, 2020) como um processo sistemático, conduzido por um dinamizador, com recurso a uma equipa multidisciplinar, para melhoria do valor.

A Análise do Valor (AV) e a Engenharia do Valor (EV) combinam a Análise Funcional, a análise do Custo da Função, o pensamento criativo e a avaliação das necessidades do cliente e do utilizador e, se relevante, as prioridades das partes interessadas para estimular uma melhor conceção, inovação ou mudança num produto, serviço, sistema ou organização. A Norma EN 12973 (CEN, 2020) distingue estes dois termos, a **Análise do Valor (AV)** corresponde à melhoria de

¹ SAVE é a sigla de *Society of American Value Engineers*, associação americana de Gestão do Valor.

produtos¹ existentes e a **Engenharia do Valor (EV)** corresponde ao desenvolvimento de um novo produto. Alguns autores consideram que a Análise do Valor e Engenharia do Valor são sinónimos, isto é, apresentam o mesmo significado, sendo utilizadas indiferenciadamente (Abreu,1995).

2.2. VALOR

O Valor, segundo a Norma EN 12973 (CEN, 2020) e a Norma EN 1325 (CEN, 2014), é uma avaliação (geralmente mensurável) que permite expressar como uma organização, projeto ou produto satisfaz as necessidades dos utilizadores/clientes e os objetivos das partes interessadas, tendo em conta os impactos, as incertezas e os recursos necessários para satisfazer essas necessidades.

A Norma portuguesa NP ISO 55000 (2016) de Gestão de Ativos, considera o conceito de Valor no sentido em que os ativos existem para fornecer valor à organização e às partes interessadas, sendo um dos princípios fundamentais da Gestão de Ativos. Trindade et al. (2019), referindo-se às normas ISO 55000, ISO 55002, ISO 31000 e ISO 21500, acrescenta que valor é o melhor resultado que pode ser entregue pelos ativos de uma organização.

Miles (2015) realça que um produto ou serviço tem valor se estes apresentarem desempenho e custo adequado, forem necessários ou desejados pelo utilizador e que este esteja disposto a pagar por este fator. Inerente à filosofia da Análise do Valor, Miles (2015) afirma que a identificação e redução dos custos não deve diminuir a qualidade, a

segurança, a durabilidade e a fiabilidade.

De acordo com a Norma EN 12973 e a associação SAVE (SAVE International, 2020), o valor é dado pela relação entre as funções ou desempenho e os custos ou recursos necessários à sua realização como mostra a expressão seguinte:

$$Valor = \frac{Funções\ ou\ Desempenho}{Custos\ ou\ Recursos}$$

Mukhopadhyaya (2009) apoiado nesta expressão clarifica que o valor aumenta sempre que:

- A função ou desempenho é melhorado e o custo permanece igual;
- A função ou desempenho permanece igual, mas o custo é reduzido;
- A função ou desempenho é melhorado e o custo é reduzido;
- A função ou desempenho melhora mais que o aumento de custo;
- A função ou desempenho é reduzido com uma redução do custo ainda maior.

¹ Produto" é um termo genérico, que abrange qualquer resultado tangível ou intangível, resultante da atividade ou de processo, e inclui, qualquer bem, propriedade

intelectual, serviço, sistema, estratégia ou organização (EN 1325, 2014 e EN 12973, 2020).

3. HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DA GESTÃO DO VALOR

Alguns dos marcos históricos assinalados por Younker (2003) e

publicações normativas europeias consultadas no IPQ (Instituto Português da Qualidade), permitiram desenvolver a seguinte cronologia da tabela 1.

Tabela 11 – Alguns marcos históricos da Gestão do Valor

Ano / Período	Acontecimento
1939 a 1945	Durante a II Guerra Mundial, a <i>General Electric</i> , pela escassez de matérias, viu a necessidade de substituir materiais críticos por outros com a mesma função, mas com custos menores.
1947	Lawrence D. Miles, engenheiro no departamento de compras da <i>General Electric</i> desenvolve uma metodologia denominada por Engenharia do Valor.
1952	Lawrence D. Miles conduz o primeiro <i>workshop</i> de Análise do Valor.
1956	É iniciado um programa de Análise do Valor do Ministério de Defesa dos Estados Unidos (U.S: <i>Army Ordinance Corps</i>) que rapidamente se expande em toda a instituição.
1959	Fundada a <i>SAVE International</i> , com a intenção de unir todos os praticantes e promover o crescimento profissional.
Década de 60	Charles Bytheway desenvolve o diagrama FAST, que é uma ferramenta que identifica, classifica e evidencia as funções.
1961	A Análise do Valor é uma condição contratual dos fornecedores do Ministério de Defesa dos Estados Unidos da América, sendo imposta a redução do custo através da Análise do Valor.
1965	Inicia um programa de Análise do Valor no Japão.
1970	O Congresso Americano (<i>U.S. Congress</i>) recomenda o uso da Análise do Valor nas infraestruturas rodoviárias e serviços da administração.
1971	A metodologia passa a ser implementada nos projetos de construção dos serviços de saúde, educação e bem-estar dos Estados Unidos da América.
1995	Na Europa foi elaborado e apresentado um livro de trabalho preparatório para as normas de Análise do Valor que se iriam suceder (<i>European Commission</i> , 1995).
1996	Publicada a norma EN 1325-1 – <i>Value Management, Value Analysis, Functional Analysis Vocabulary</i> , com revisão nos anos 2004 e 2014.
2000	Publicada a Norma EN 12973 – <i>Value Management</i> , revista em 2020.
2001	Publicada a norma NP EN 1325-1 em língua portuguesa.
2003	Publicada a norma NP EN 12973 em língua portuguesa.
2012	Publicada a norma EN 16271 – <i>Value management – Functional expression</i> .

4. MODELOS DE METODOLOGIA DA GESTÃO DO VALOR

O modelo europeu da GV é apresentado atualmente pela Norma EN 12973 e pelas Normas de suporte EN 1325 e EN 16271 e outros documentos relacionados (Figura 1).

O modelo americano apoia-se nas seguintes normas (SAVE International, 2022):

ASTM E1699 – 14 - *Standard practice for performing Value Engineering (VE) / Value Analysis (VA) of projects, products and processes* (ASTM International, 2022a);

- ASTM E2013 – 20 - *Standard practice for developing functions, constructing FAST diagrams, and performing function analysis during Value Engineering (VE) / Value Analysis (VA) study* (ASTM International, 2022b).

Figura 1- Sistema europeu de normalização de Gestão do Valor (CEN, 2020). Fonte: Adaptado da Norma EN 12973 (CEN, 2020)

Norma EN 12973 – Gestão do Valor	Norma de terminologia
<p>Função e pensamento orientado para o valor. EN 1325 Valor, Função, Cliente, Utilizadores e Partes Interessadas, Criatividade, Avaliação, Implementação</p> <p>Nível de gestão de topo Visão, Missão, Estratégia, Liderança, Colaboração, Processo de Decisão, Inovação e Programas</p> <p>Nível operacional Sistemas, Produtos Tangíveis e Intangíveis, Serviços, Processo Industrial, Processos de Gestão</p>	<p>Normas de suporte</p> <ul style="list-style-type: none"> . Caderno de Encargos Funcional (EN 16271) . Análise do Valor/ Engenharia do Valor (futuro) . Análise Funcional (futuro) . CCO/CO (futuro)
<p>Principais Métodos</p> <p>AF, CEF, AV/EV, CCO/CO, outros...</p>	
<p>Público-Alvo</p> <p>Gestão de topo, diretores executivos, líderes do setor público</p> <p>Gestores, promotores e formadores de portfólios, programas e projetos</p> <p>Líderes e membros da equipa de gestão do valor</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Gestão do Valor 	

5. A GESTÃO DO VALOR (GV) PELA PERSPETIVA DA NORMA EN 12973:2020

A Norma EN 12973 (CEN, 2020) destaca as vantagens mais representativas da GV:

- Melhoria na tomada de decisões do negócio através de uma informação de base sólida apoiada por clientes e fornecedores;
- Melhoria da eficácia da organização através do uso otimizado do tempo e dos recursos;
- Melhoria dos produtos para os utilizadores/clientes;
- Reforço da competitividade através da inovação de técnicas e organização e utilização eficiente dos recursos;
- Alinhamento dos membros da organização, no sentido dos objetivos, fatores críticos do sucesso e do valor;
- Reforço da comunicação e da eficiência através do trabalho de equipa multidisciplinar.

A implementação da GV tem como ponto central de sucesso, o estabelecimento de uma compreensão clara da relação entre a satisfação da necessidade e os recursos utilizados para a satisfazer (CEN, 2020).

A Norma EN 12973 (CEN, 2020) ressalva que a estrutura da GV depende da dimensão das organizações. Organizações de maior dimensão terão uma estrutura bem definida e organizada, enquanto as organizações de menor dimensão tenderão a ter uma estrutura menos definida, podendo ser representadas por um indivíduo que desempenha simultaneamente diversas funções.

5.1. GESTÃO DO VALOR NA ORGANIZAÇÃO

5.1.1. ABORDAGEM DA GESTÃO DO VALOR

A Norma EN 12973 (2020) refere que a abordagem da GV deverá ser apropriada à organização e ao seu contexto, ou seja, cada organização desenvolve a sua própria metodologia, de modo a otimizar o desempenho, a produtividade e eficácia, a garantir a melhoria contínua e a estimular a inovação de modo a maximizar o seu desempenho global.

Existem várias abordagens, a abordagem informal, a abordagem formal ou a abordagem baseada no estudo (CEN, 2020). No entanto, a abordagem a implementar deve ser a que melhor se adequa à realidade da organização, podendo-se optar por uma ou pela combinação entre estas.

Abordagem Informal: a abordagem Informal (ou intuitiva) tem como base a cultura do valor existente. Aplicar esta abordagem permite que os membros da organização abordem a GV nos seus processos, tomada de decisões e melhoria de desempenho de modo intuitivo e informal (CEN, 2020).

Abordagem Formal: a abordagem formal distingue-se das outras por ser mais visível e verificável. Este tipo de abordagem opta pela implementação de processos específicos e definição de metas para aplicar os princípios e os fatores-chave. É particularmente eficaz em organizações mais complexas e com ambientes de maior incerteza (CEN, 2020).

Abordagem Baseada num Estudo: a abordagem baseada num estudo de GV dedica-se a atividades focadas em projetos ou de melhoria de uma parte distinta de uma organização. Os objetivos do estudo deverão ser

previamente definidos, e deverá ser desenvolvido, sequencialmente e por etapas, um plano de trabalho ou de um estudo. Esta abordagem pode ser aplicada, individualmente, ou em combinação com a abordagem informal ou formal (CEN, 2020).

5.1.2. COMUNICAÇÃO

A comunicação deve ser feita entre todos os elementos que interagem, coordenam e fortalecem a abordagem de GV na organização, e às outras possíveis partes interessadas relevantes. A Norma EN 12973 (CEN, 2020) reforça ainda que a estrutura definida de GV deve garantir que pessoas que participam nas atividades tenham o conhecimento, propriedade, autoridade e responsabilidade apropriadas.

5.1.3. PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS E FATORES-CHAVE (ALAVANCAS)

No processo de implementação e manutenção da GV devem ser aplicados os princípios e os fatores-chave mais impactantes e identificados na tabela 2.

A GV assenta no seguinte conjunto de princípios fundamentais (CEN, 2020):

- Reforçar a orientação do Valor: reforço pela sensibilização contínua para o valor e pela partilha por todos de uma visão, missão e valores comuns, alinhado com o que gera valor para a organização.
- Aplicar o pensamento funcional: o aumento do valor requer mudanças e criatividade. A

aplicação do pensamento funcional é essencial para a inovação e para aumentar o valor. Este pensamento funcional é um processo estruturado de análise funcional das Funções Relacionadas com o Utilizador (FRU), ou seja, identificar os efeitos necessários e desejáveis a serem alcançados e como estas criam as Funções Relacionadas com o Produto (FRP).

- Aplicar uma abordagem holística estruturada: a organização deve desenvolver a abordagem de GV para criar sistemas sustentáveis com valor duradouro, de acordo com as prioridades relevantes (social, ambiental e económica) e à viabilidade a longo prazo, à sua posição competitiva e ao impacto futuro das suas decisões. Esta deve ser realizada por uma equipa multifuncional, que tem o domínio do conhecimento do produto e da expectativa das partes interessadas.
- Gerir a complexidade, risco e incerteza: requer que a organização avalie o que está disposta a ter, por efeito dessa influência da complexidade, do risco e da incerteza, no seu desempenho e no consumo de recursos. Para ter sucesso, a organização deve gerir este princípio com eficácia para garantir que o valor seja realizado e maximizado.

Tabela 12 – Princípios e Fatores-Chave. Fonte: (CEN, 2020)

Princípios	Fatores-chave (Alavanca)
Reforçar a orientação do valor	Estilo de gestão colaborativa
Aplicar o pensamento funcional	Incentivo a dinâmica humana positiva
Aplicar uma abordagem holística estruturada	Considerações sobre a envolvente interna e externa
Gerir a complexidade, risco e incerteza.	Utilização eficaz de métodos e ferramentas.

Os quatro fatores-chave identificados pela Norma EN 12973 (CEN, 2020) que mais influenciam a eficácia do sistema de GV são:

- Estilo de gestão colaborativa: colaboração com clientes e outras partes interessadas, permite a liberdade de pensamento, o trabalho em equipa e promove a influência positiva; o desenvolvimento de uma colaboração mais forte que permita fortalecer a GV e o reconhecimento e identidade da visão da equipa.
- Incentivo a uma dinâmica humana positiva: respeito pela diversidade individual e pelas diferentes perspetivas pessoais. A equipa deve ser vista como um todo e com o reconhecimento das contribuições de cada elemento na equipa.
- Considerações sobre a envolvente interna e externa: melhor conhecimento do assunto e da influência que a envolvente pode provocar e dos efeitos sobre os resultados finais.
- Utilização eficaz de métodos e ferramentas: implementação de métodos e ferramentas específicos e apropriados para cada situação.

5.1.4. ORIENTAÇÃO E REQUISITOS PARA UMA GESTÃO DO VALOR BEM-SUCEDIDA

Envolvimento de clientes, utilizadores e outras partes interessadas: os utilizadores/clientes são uma parte interessada com destaque na GV, porque são os que pretendem e solicitam o produto. As outras partes interessadas são todos aqueles que têm

interesse e influência sobre o produto, tais como, proprietários, colaboradores, fornecedores e autoridades públicas (CEN, 2020).

A organização deve identificar e envolver todas as partes interessadas de modo a conhecer e compreender as necessidades a priorizar e aprovar os critérios pelos quais as decisões devem ser tomadas no sentido de melhorar o desempenho da organização (CEN, 2020). A tomada de decisão sobre o Valor tem como base os impactos que este tem sobre as partes interessadas (Trindade et al., 2020). A satisfação das necessidades e das expectativas dos utilizadores / clientes, como parte interessada, afetam positivamente o valor de uma organização (Almeida et al., 2022).

Processos de pensamento, comportamento e benefícios: para obter sucesso a organização deve informar, motivar e mobilizar a equipa e assegurar a melhor prática, eficiente e eficaz. Uma cultura do valor consistente permite motivar e melhorar o comportamento dos colaboradores (CEN, 2020). Segundo Sevis (2019), a definição de metas claras e precisas aumentam a probabilidade de alcançar os objetivos.

Produção de resultados e benefícios tangíveis: a organização deve efetuar o registo e a avaliação dos resultados da GV, destacar e comunicar o seu impacto e as vantagens e valorizar os sucessos (CEN, 2020).

Monitorização da Gestão do Valor: avaliar e monitorizar o que é necessário, quais os métodos de análise e de avaliação que garantem resultados válidos, quando devem ser medidos e quando estes resultados devem ser analisados, avaliados e comunicados (CEN, 2020).

5.1.5. APRESENTAÇÃO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

As abordagens de GV devem ser desenvolvidas e projetadas para entregar soluções sustentáveis (CEN, 2020). Devem ser projetados cenários de curto, médio e longo prazo, tendo em consideração os fatores económicos, ambientais, sociais e de responsabilidade social (EN 12973, 2020; Trindade et al., 2020).

A cadeia de valor deve ser entendida na perspetiva de cada parte interessada. Devem ser analisados os possíveis impactos a montante da cadeia de abastecimento, bem como durante o ciclo de vida do produto, e a segurança e a prevenção de danos ambientais (CEN, 2020).

5.1.6. AVALIAÇÃO DO VALOR

A organização deve definir as métricas adequadas para avaliar quantitativa ou qualitativamente a eficácia da GV. A avaliação do valor deve ter em conta a política da organização, o produto e a situação a ser tratada. A Norma EN 12973 (CEN, 2020) sugere alguns exemplos para a avaliação do valor, tais como, o tempo e recursos alocados, a propriedade intelectual, o capital humano, a redução do risco e da incerteza, o impacto de uma decisão ou solução, o valor gerado pela tomada de decisão ou os impactos positivos ou negativos que vão além dos interesses das partes interessadas.

5.2. GESTÃO DO VALOR AO NÍVEL DA GESTÃO DE TOPO

5.2.1. CULTURA DO VALOR E ESTRATÉGIA ORGANIZACIONAL

Em relação aos seus recursos humanos, a Norma EN 12973 (CEN, 2020) considera que a organização deve ter uma abordagem estratégica, que promova a criatividade e uma

cultura do valor que propicie a inovação. A GV deve garantir a disseminação e alinhamentos com os valores da organização, incluindo as atitudes e comportamentos e alinhar a cultura do valor com as suas metas e objetivos. A cultura do valor molda as atitudes e as práticas de trabalho e incentiva os grupos a colaborar e a enfrentar os desafios, no sentido de atingir os objetivos estabelecidos.

O melhor resultado obtém-se com o envolvimento da Gestão de Topo. Este é um fator de motivação e incentivo, nomeadamente para a intenção de melhoria técnica e económica das soluções (Sevis, 2019).

5.2.2. ANÁLISE ESTRATÉGICA

A GV deve ser planeada e implementada para garantir a melhoria contínua na competitividade, produtividade, eficiência e inovação. Para maximizar o seu desempenho a organização deve considerar os termos e conceitos do valor na definição da sua visão, missão e estratégia.

De acordo com a Norma EN 12973 (CEN, 2020), a aplicação dos princípios da orientação do valor permite avaliar a cultura do valor e da abordagem de GV; decidir a orientação do valor para a organização rumo a um cenário futuro; orientar a cultura do valor e reforçar as abordagens de GV para melhorar o valor alcançado pela organização e/ou avaliar se a estrutura de GV cumpre os seus próprios valores.

5.2.3. RISCOS, INCERTEZA E COMPLEXIDADE

De acordo com a Norma EN 12973 (CEN, 2020), a incerteza cria risco em relação aos objetivos do valor, sendo essencial identificar os riscos mais significativos e com maior impacto e avaliar a natureza da incerteza e da sua

influência sobre os objetivos em relação a como a organização, projeto ou produto satisfazem as necessidades dos utilizadores/ clientes; os impactos sobre uma organização, um projeto ou um produto; a antecipação, o reconhecimento e as resposta às incertezas; os recursos necessários para satisfazer as necessidades.

A complexidade pode criar valor, uma vez que pode introduzir escolhas e opções. No entanto, sempre que esta não seja solicitada deverá ser eliminada, pois resulta em ineficiências para a organização (CEN, 2020). De acordo com Luft et al. (2021), a complexidade, quando gerida torna-se positiva para aumentar o valor, nomeadamente com a criação de novas variantes no produto.

5.2.4. CONTRIBUIÇÃO DOS PORTEFÓLIOS

A GV permitirá que os portefólios sejam selecionados com critérios do valor claros que permitem avaliar a sua evolução de acordo com os objetivos (CEN, 2020).

5.2.5. CONTRIBUIÇÃO DOS PROGRAMAS

Os programas desenvolvidos pela organização devem ser definidos com base em objetivos e critérios do valor através de consulta das partes interessadas, incluindo utilizadores /clientes. O desempenho dos critérios do valor acordado pelas partes interessadas deve ser monitorizado (CEN, 2020).

5.2.6. CONTRIBUIÇÃO PARA A INOVAÇÃO

A Norma EN 12973 (CEN, 2020) destaca que a abordagem de GV inclui conceitos, metodologias e métodos que podem contribuir positivamente com outros sistemas implementados na organização, tal como o Sistema de Gestão da Inovação.

5.3. GESTÃO DO VALOR A NÍVEL OPERACIONAL

A abordagem e os métodos utilizados irão variar de acordo com a natureza do estudo e da fase em que este se encontra. A Norma EN 12973 (CEN, 2020) considera quatro situações gerais de melhoria de desempenho (tabela 3).

Tabela 3 – Situações de utilização dos métodos de Gestão do Valor (GV). Fonte: (CEN, 2020)

Situações gerais para a melhoria do produto	Fatores-chave (Alavanca)
Âmbito	<p>Diagnóstico do problema a ser tratado com a identificação dos requisitos de desempenho e dos critérios de sucesso.</p> <p><u>Exemplo:</u> Pedido para satisfazer uma nova necessidade, inovação, desenvolvimento de um mercado, novas tecnologias, novos requisitos legais ou ambientais.</p>
Concetualização	<p>Pesquisa de ideias para satisfazer os requisitos de desempenho e dos critérios de sucesso de acordo com os recursos necessários para desenvolver a solução; definir o desempenho e os níveis de flexibilidade necessários.</p> <p><u>Exemplo:</u> Limites de tolerância, tempo, qualidade, proveitos, custos de investimento, custo total de propriedade, impactes ambientais e sociais, riscos, incerteza e complexidade.</p>
Otimização	<p>A identificação do método mais eficiente de entrega de uma nova solução ou da escolha de uma melhor solução.</p> <p><u>Exemplo:</u> Estudo de produtos existentes bem estabelecidos no ambiente em que estão integrados.</p>
Reconceção	<p>Processo de melhoria de um produto existente ou adaptação de uma solução existente às mudanças dos requisitos de desempenho.</p> <p><u>Exemplo</u> Existência de um potencial de melhoria ou de alguma insatisfação com o projeto atual (margens, dificuldades técnicas, tecnologias obsoletas, etc.), ou de restrições ou oportunidades externas (perda de mercado, competitividade ou de novas tecnologias).</p>

5.4. DESENVOLVIMENTO DA COMPETÊNCIA DE GESTÃO DO VALOR

5.4.1. GUIA GERAL PARA DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

A compreensão e as competências para aplicar os métodos de GV são fatores críticos do sucesso. A Norma EN 12973 (CEN, 2020) identifica que o desenvolvimento das competências de GV pode advir através da utilização de recursos internos (colaboradores formados), consultores especializados ou ambos. A implementação da GV é desenvolvida gradualmente em que os primeiros passos devem impulsionar a evolução dos seguintes.

5.4.2. FORMAÇÃO EM GESTÃO DO VALOR E CULTURA DO VALOR

De acordo com a Norma EN 12973 (CEN, 2020) a formação e aperfeiçoamento de métodos e de técnicas em GV pode ser conseguida através de participação em conferências, literatura especializada, formação especializada, participação em associações, colaboração na elaboração de normalização e *benchmarking*, entre outros.

A formação adquirida pela equipa permite melhorar a compreensão da metodologia e a motivação dos envolvidos, que se repercute no melhor desempenho de todos (Sevis, 2019).

5.4.3. LÍDERES DA EQUIPA DE GESTÃO DO VALOR

A GV requer líderes competentes, com conhecimento e experiência adequados. O líder de equipa deve ter a capacidade de atuar como um dinamizador eficaz para as atividades de GV (CEN, 2020) e eliminar tendências e interesses departamentais que causem bloqueios que possam

existir de modo a alcançar melhores resultados (Sevis, 2019).

5.4.4. ESTRUTURA DE APOIO

Por vezes, existe resistência à mudança e à inovação, pelo que é importante identificar um Gestor responsável pela GV para direcionar a sua implementação. A este gestor cabe a responsabilidade de avaliar a eficácia da abordagem de GV e superar as barreiras à sua implementação (CEN, 2020).

5.4.5. GESTÃO DA INFORMAÇÃO

Quer a Gestão de Topo, quer a Gestão Operacional, devem ter o conhecimento necessário da abordagem de GV e do seu benefício para a organização. Os benefícios alcançados devem ser comunicados como fator de motivação (CEN, 2020).

5.5. MÉTODOS E FERRAMENTAS DE GESTÃO DO VALOR

Existem vários métodos e ferramentas de GV, cada organização avaliará qual é o mais adequado para a sua realidade. A escolha adequada e a correta aplicação dos métodos são fatores de sucesso de uma abordagem de GV. De acordo com a norma, atualmente a GV inclui os seguintes métodos base (CEN, 2020):

Análise do valor e Engenharia do Valor (AV/EV): segundo a Norma EN 12973 (CEN, 2020) a utilização da Análise do Valor/Engenharia do Valor torna as organizações mais eficientes e melhora a competitividade dos produtos. Este método é organizado num plano de trabalho estruturado e metódico contemplando várias etapas para garantir o sucesso da sua aplicação (Pires et al., 2019).

A Análise do valor e a Engenharia do Valor podem ser aplicadas

isoladamente ou em conjunto com os outros métodos (CEN, 2020).

Análise Funcional (AF): esta método é basilar na abordagem de GV e é essencial para quantificar o valor, quer ao nível estratégico, quer ao nível técnico (CEN, 2020). Proceda à identificação, caracterização, ponderação, classificação e avaliação das funções (Pires et al., 2019). A AF é orientada para identificar os requisitos, ou seja, pensar em funções em vez de soluções ou componentes (Sevis, 2019). Permite que os envolvidos se abstraíam das soluções, pensem em termos de necessidades funcionais como resultado e atuem como meio de comunicação entre os envolvidos (CEN, 2020).

Custeio de Funções (CF): o Custeio de Funções é um método que estabelece o custo da função para satisfazer as necessidades e entrega de soluções (CEN, 2020), ou seja, as despesas totais previstas ou efetuadas para realizar as funções (CEN, 2014).

O custo de uma função é o total das despesas (consumo de recursos) previstas ou incorridas para incorporar uma função num produto (difere do preço por componente). Permite pensar no valor de um produto como um todo e no valor de cada um dos seus atributos (CEN, 2020).

Caderno de Encargos Funcional (CEF): a Norma EN 12973 (CEN, 2020) refere que o Caderno de Encargos Funcional indica as prioridades e os níveis de desempenho exigidos e aceitáveis que podem ser autorizados na satisfação das necessidades, descritas sempre em termo de função e sem referir soluções técnicas. O CEF é um meio de comunicação entre quem requer e quem é responsável por desenvolver a atividade (CEN, 2012).

Conceção para um Custo Objetivo (CCO) e Conceção para Objetivos (CO): o projeto de Conceção para um Custo Objetivo (CCO) tem por base os custos de produção: o custo é o desempenho a alcançar. O CCO recorre a métodos de gestão de troca contínua de informações e de ações coordenadas entre cliente e contratado, ou entre contratado e subcontratado (CEN, 2020). O CCO permite a gestão de um projeto com a monitorização contínua dos custos e dos prazos (CEN, 2014).

O método da Concessão para Objetivos é orientado para o progresso em direção aos objetivos. O Projeto Conceção para um Custo Objetivo (CCO) evolui para um Projeto Conceção para Objetivos (CO) sempre que são considerados outros objetivos além dos custos (CEN, 2020) e pretende satisfazer de forma otimizada o objetivo de acordo com prioridades estabelecidas relativamente ao desempenho e características desejadas (CEN, 2014).

6. CONCLUSÕES

A norma de GV (EN 12973) aproxima a sua metodologia aos atuais sistemas de gestão, permitindo também que seja aplicada com outros sistemas. Esta aproximação promove um alinhamento de estrutura e redação mais normalizado, simplifica a sua interpretação a quem pretende utilizar a GV como compromisso e permite a maximização do desempenho dos recursos e por conseguinte, o desempenho da organização.

A aplicação dos Princípios Fundamentais permite um alinhamento para a cultura do valor e decisões sobre a orientação do valor para qualquer cenário futuro. Por sua vez, os Fatores-Chave (alavancas) consideram os atributos com impacto mais significativo sobre o valor.

A GV apresenta um conjunto de métodos e ferramentas consolidadas, e permite também a adaptação destas e a criação de novas, que se adequem à situação de estudo e que permitam melhorar o valor. Cabe a quem estuda e aborda o valor analisar a sua aplicação caso a caso.

A GV é abrangente e transversal no sentido em que pode ser aplicada em qualquer setor de atividade e em qualquer fase do ciclo de vida do produto. Tem aplicabilidade desde a gestão estratégica de uma organização à sua gestão operacional.

7. REFERÊNCIAS

- Abreu, R. C. L. (1995). *Análise de Valor - Um caminho criativo para a otimização dos custos e do uso dos recursos* (Editora Qualitymark (ed.)).
- Almeida, N., Trindade, M., Komljenovic, D., & Finger, M. (2022). A conceptual construct on value for infrastructure asset management. *Utilities Policy*, 75, 101354. <https://doi.org/10.1016/J.JUP.2022.101354>
- ASTM International. (2022a). *ASTM E1699-14*. <https://www.astm.org/e1699-14r20.html>
- ASTM International. (2022b). *ASTM E2013-20*. <https://www.astm.org/e2013-20.html>
- CEN. (2012). *Value management - Functional expression of the need and functional performance specification - Requirements for expressing and validating the need to be satisfied within the process of purchasing or obtaining a product*. (European Standard No EN 16271:2012).
- CEN. (2014). *Value Management - Vocabulary - Terms and definitions*. (European Standard No EN 1325:2014).
- CEN. (2020). *Value Management*. (European Standard No. 12973:2020).
- Fernandes, M. T. (2015). Value Analysis - Going into a further dimension. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 5(2), 781–789. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16988>
- IPQ. (2016). *Gestão de Ativos. Visão geral, princípios e terminologia*. (European Standard No NP EN 55000:2016).
- Luft, T., Schmied, C., Schöberl, M., Wartzack, S., Zimmermann, M., & Mörtl, M. (2021). Variant Value Management to Optimize Complexity and Value of Product Families. *23rd International Dependency and Structure Modeling Conference*, 106–117. <https://doi.org/10.35199/dsm2021.11>
- Miles, L. D. (2015). *Techniques of Value Analysis and Engineering* (Lawrence D. Miles Value Foundation (ed.); 3ª Edição).
- Pires, A., Ávila, P., Putnik, G., Varela, L., Cruz-Cunha, M. M., & Caldeira, R. (2019). The Potential of Value Analysis Application in the Furniture Industry: A Case Study at AT IKEA. *International Journal for Quality Research*, 13(4), 863–874. <https://doi.org/10.24874/IJQR13.04-08>
- SAVE International. (2020). *Value Methodology Standard Reference*. SAVE International. https://cdn.ymaws.com/www.value-eng.org/resource/resmgr/education/vm_standard_reference_202092.pdf
- SAVE International. (2022). *Value Standards*. <https://www.value-eng.org/page/ValueStandards>
- Sevis, I. (2019). Value engineering, der Weg zu innovativen Lösungen. *WasserWirtschaft*, 109(5), 94–97. <https://doi.org/10.1007/s35147-019-0054-2>
- Trindade, M., Almeida, N., Finger, M., & Ferreira, D. (2019). *Design and Development of a Value-Based Decision Making Process for Asset Intensive Organizations* (pp. 605–623). https://doi.org/10.1007/978-3-319-95711-1_60

Trindade, M., Almeida, N., Finger, M., Silva, J. G., Ghira, L., & Vieira, J. (2020). Application of a Value-Based Decision-Making Process to an Industrial Water Supply System. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2(iv), 321–329. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-](https://doi.org/10.1007/978-3-030-48021-9_36)

48021-9_36

Yunker, D. L. (2003). *Value Engineering - Analysis and Methodology* (Marcel Dekker (ed.)).

PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar. **Revisão por pares:** Dupla revisão anônima por pares.



Todo o conteúdo da [Revista de Ativos de Engenharia](#) é licenciado sob *Creative Commons*, a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.








AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE UM SISTEMA INFORMÁTICO DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO PARA APOIO À IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO DE ATIVOS PELA NORMA ISO 55001

EVALUATION OF THE IMPACT OF A COMPUTER MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM TO SUPPORT THE IMPLEMENTATION OF ASSET MANAGEMENT SYSTEMS UNDER ISO 55001 STANDARD

[10.29073/rae.v1i2.683](https://doi.org/10.29073/rae.v1i2.683)

Receção: 07/10/2022 Aprovação: 08/04/2023 Publicação: 01/07/2023

Figueiredo, J. ¹, Braga, D. ², Pinto, R. ³, Farinha, T. ⁴, Raposo, H. ⁵

¹ Instituto Superior de Engenharia de Coimbra; SEW-EURODRIVE;

joao.varandas.figueiredo.97@gmail.com

² SEW-EURODRIVE; dbraga@sew-eurodrive.pt

³ SEW-EURODRIVE; rpinto@sew-eurodrive.pt

⁴ Instituto Superior de Engenharia de Coimbra; tfarinha@isec.pt

⁵ Instituto Superior de Engenharia de Coimbra; hugo.raposo@isec.pt

RESUMO

O setor industrial é cada vez mais competitivo. Progressivamente as empresas têm cada vez mais o desafio de se destacar entre os seus concorrentes. Uma opção para esta diferenciação é o acompanhamento, tanto na evolução tecnológica como na evolução da área de gestão, designadamente a de ativos físicos. Estas duas áreas interligam-se através da convergência entre a Indústria 4.0, a evolução dos softwares de gestão e a transformação digital. A gestão de ativos físicos é um tema que ganhou interesse no final do século XX, tendo sido amplificado no início do século XXI, quando foram criados documentos para a implementação de um sistema baseado neste conceito, inicialmente suportado nas PAS 55 e, posteriormente, na família de normas da série ISO 5500X, sendo estas mais adaptáveis à indústria atual. Os sistemas de gestão de ativos baseados nos requisitos da norma ISO 55001 trazem benefícios endógenos, nas vertentes estratégica e estrutural e, de forma exógena, no prestígio, tanto interno como externo da Organização, possibilitando às empresas que, ao obter um grau de certificação nesta norma, se destacam dos seus concorrentes, propiciando a otimização dos seus ativos, a racionalização de custos e a conformidade com os requisitos de segurança e qualidade. O presente artigo refere-se a um projeto realizado em meio académico, mas validado em contexto empresarial, visando avaliar o papel de sistemas informáticos de gestão da manutenção na implementação de sistemas de gestão de ativos baseados na norma ISO 55001 em organizações industriais. Esta avaliação é feita através do estudo do nível de cumprimento dos requisitos da norma ISO 55001. Os resultados demonstram que o estudo realizado, foi positivo no contributo da relação entre sistemas informáticos e a norma ISO 55001.

Palavras-Chave: SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVOS; ISO 55001; GESTÃO DE MANUTENÇÃO; SISTEMAS INFORMÁTICOS

ABSTRACT

There is a wide debate on the increasing challenges for organizations managing engineering. The industrial sector is increasingly competitive. Companies are increasingly challenged to stand out amongst their competitors. One option for this differentiation is to keep up, both in technological evolution and in the evolution of the management area, namely that of physical assets. These two areas are intertwined through the convergence between Industry 4.0, the evolution of management software tools, and digital transformation. Physical asset management is a topic that gained interest at the end of the 20th century and was amplified at the beginning of the 21st century, when documents were created for the implementation of a system based on this concept, initially supported by PAS 55 and later by the family of standards

ISO 5500X (X=0,1,2), the latter being more adaptable to the current industry. The ISO 55001 standard is recent and brings endogenous benefits, in the strategic and structural aspects and, in an exogenous way, in the internal and external prestige of the Organization, enabling companies that, by acquiring a certification degree in this standard, stand out from their competitors, providing the optimization of their assets, the rationalization of costs and the compliance with the safety and quality requirements. This article refers to a project carried out in an academic environment, but validated in a business context, aiming to evaluate the role of computerized maintenance management systems in the implementation of asset management systems based on the ISO 55001 standard in industrial organizations. This evaluation is done by studying the level of compliance with the requirements of ISO 55001. The results show that the study carried out, was positive in contributing to the relationship between IT systems and ISO 55001.

Keywords: ASSET MANAGEMENT SYSTEM, ISO 55001, MAINTENANCE MANAGEMENT, IT TOOLS

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento contínuo da concorrência industrial, as empresas estão sujeitas a uma maior exigência por parte de clientes, fornecedores, acionistas, entre outros. Para o sucesso das Organizações levantam-se novos desafios, nos quais se torna inevitável a revisão e melhoria contínua da eficiência dos seus processos de produção e gestão.

De acordo com Machado (2016), com a constante expansão do mercado, torna-se essencial para as empresas minimizar despesas e melhorar o desempenho. Uma oportunidade para minimizar as despesas nas Organizações é transferir um determinado número das suas atividades para parcerias, especializadas nas respetivas atividades, adotando assim o método de terceirização ou *outsourcing*. Ao transferir essas atividades, as organizações diminuem a sua complexidade operacional bem como os recursos que lhes seriam alocados, e que poderão passar a ser afetos a outras atividades cruciais ao desenvolvimento sustentável, aumentando assim o retorno do investimento.

Diversos aspetos da estratégia das organizações estão relacionados com a gestão de ativos. A implementação de sistemas de gestão de ativos baseados na norma ISO 55001, e a eventual decisão estratégica de posterior certificação desse sistema de gestão, traz um número significativo de vantagens às organizações.

A Norma ISO 55002 (ISO, 2018) define a gestão de ativos como um habilitador para as organizações realizarem o valor dos seus ativos alinhado com os seus objetivos organizacionais. Noutra perspetiva, segundo Pais *et al.*, (2019) a gestão de ativos corresponde à “ciência de tomar as decisões corretas e otimizar a entrega de valor”.

A gestão de ativos consegue responder a várias questões, tais como (Farinha, 2018; Pais, Farinha & Raposo, 2019):

- Que ativos são cruciais para o negócio e quais os que precisam de ser monitorizados?
- Qual o objetivo final da monitorização dos ativos?
- Que informação tem de ser recolhida e a que nível de pormenor?
- Qual é a tolerância a erros e vicissitudes?
- Qual é a melhor forma de recolher esta informação? E como será utilizada pela empresa?
- Quais os colaboradores responsáveis pelas tarefas anteriores?
- Quais as melhorias implementadas ou por implementar após a monitorização dos ativos?

Hastings (2015) acrescenta que, dado um objetivo empresarial ou organizacional, a

gestão de ativos é o conjunto de atividades associadas a:

- Identificação dos ativos necessários;
- Identificação dos requisitos de financiamento;
- Aquisição de ativos;
- Fornecimento de apoio logístico e de manutenção aos ativos;
- Abate e renovação dos ativos;

Na **Figura 1**, é possível observar a incidência do estudo apresentado neste artigo, tendo em consideração os 6 grupos e 39 tópicos pertencentes ao modelo conceptual para a gestão de ativos desenvolvido pelo *Institute of Asset Management* - IAM (2015).

As organizações que se encontram comprometidas com a Gestão dos seus ativos devem refletir se as suas abordagens estão a ser eficientes e também se estão dentro, não só das normas, mas também dos princípios estabelecidos para esta área de conhecimento.

Quando as empresas se deparam com o desafio de implementação de um Sistema de Gestão de Ativos, uma possível solução é conseguida através do estudo da maturidade da gestão de ativos. O GFMAM

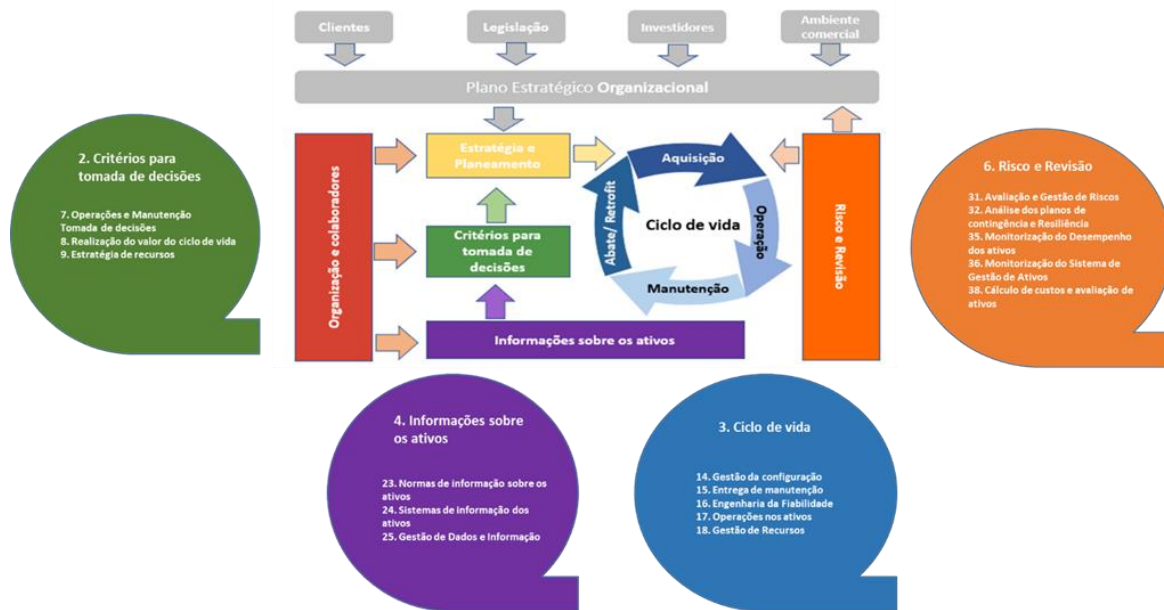
(2015) define a maturidade da gestão de ativos como a confiança nas capacidades, e no desempenho de uma organização para satisfazer as necessidades atuais e futuras das partes interessadas (*stakeholders*), incluindo a capacidade de uma organização prever e responder aos desafios e riscos da evolução do mercado, tecnologia, entre outros.

De acordo com o IAM (2014), existem várias metodologias e abordagens à avaliação da maturidade da gestão de ativos, sendo as principais a PAM (PAS 55 *Assessment Methodology*), a qual mede a conformidade com a PAS 55:2008 e a metodologia SAM (*Self-Assessment Methodology*), que mede a conformidade da PAS 55 e da norma ISO 55001 (Tancredo, 2018).

Segundo o GFMAM (2015), a consideração e a avaliação da maturidade da gestão de ativos proporcionam benefícios, tais como:

- Um caminho claro e planeado para melhorar a gestão de ativos;
- Demonstração mais objetiva das capacidade, competências e progresso existentes;
- Ajuda a estabelecer metas realistas e objetivos de melhoria.

Figura 11 - Modelo conceptual para a Gestão de ativos desenvolvido pelo IAM, que estão dentro do âmbito do caso de estudo. Adaptado de (IAM, 2015)



A **Figura 2**, apresenta um exemplo de como deve ser abordada a maturidade do conhecimento e práticas da gestão de ativos a partir da ISO 55001.

Os guias para as organizações saberem como abordar a gestão de ativos e a sua implementação correspondem às normas ISO 55000 e 55002. Estas duas normas preparam as organizações para pôr em prática os requisitos mencionados na norma ISO 55001.

Raposo *et al.* (2018) afirmam que “a norma ISO 55001 propõe uma metodologia para gerir os ativos de acordo com os objetivos estratégicos da organização, apoiando as decisões de aquisição, substituição e ou alienação, alinhada com práticas que visa m a sustentabilidade ambiental, social e

económica dos equipamentos e da própria organização”.

A norma ISO 55001 é composta por dez capítulos. Destes dez capítulos, a norma apresenta sete requisitos relativos ao cumprimento dos objetivos da gestão de ativos e à implementação dos sistemas de Gestão de Ativos, devidamente ordenados:

- 1) Contexto da Organização;
- 2) Liderança;
- 3) Planeamento;
- 4) Apoio;
- 5) Operacionalização;
- 6) Avaliação do desempenho;
- 7) Melhoria.

Figura 2 - Escala de maturidade para a norma ISO 55001. Retirado de (IAM, 2014) e adaptado por (Tancredo, 2018)



A **Figura 3** mostra a relação entre os elementos fulcrais de um sistema de gestão de ativos e os requisitos apresentados na norma ISO 55001.

Dentro dos requisitos de 1º escalão apresentados anteriormente existem sub-requisitos de 2º escalão e 3º escalão, como por exemplo o 4.3 e 6.2.2 respetivamente, que podem ser observados na **Figura 3**. Estes requisitos apresentam informação de carácter mais específico, essencial no auxílio à interpretação do leitor.

De acordo com Hastings (2015), a gestão de ativos requer detalhes precisos e abrangentes, e a documentação de identificação, funcionamento e parâmetros de manutenção do equipamento. Esta informação é utilizada ao longo do ciclo de vida do equipamento pelos colaboradores responsáveis pelas operações de manutenção. Farinha (2018) acrescenta que as atividades de manutenção no seu âmbito são extremamente complexas, devido à diversidade associada aos aspetos tecnológicos que constituem estas atividades.

A implementação de tecnologias de informação integradas permite levar a uma melhor implementação dos recursos de serviço e manutenção para trabalhar nos ativos certos e nos locais corretos, reduzindo possíveis erros de manutenção dispendiosos, e aumentando assim a qualidade dos serviços prestados (Zhang *et al.*, 2009).

Com a inevitabilidade de modernizar todas as etapas inerentes à gestão de ativos e Gestão da Manutenção foram criados vários sistemas informáticos para satisfazer essa necessidade, tais como (Casimiro, 2019):

- EAM (*Enterprise Asset Management*) - Envolve a gestão da manutenção de ativos físicos de uma organização durante todo o ciclo de vida de cada ativo;
- CMMS (*Computerized Maintenance Management Systems*) – É um *software* que possibilita aos intervenientes gerirem e analisarem o estado das operações da

manutenção dos seus ativos e os custos associados;

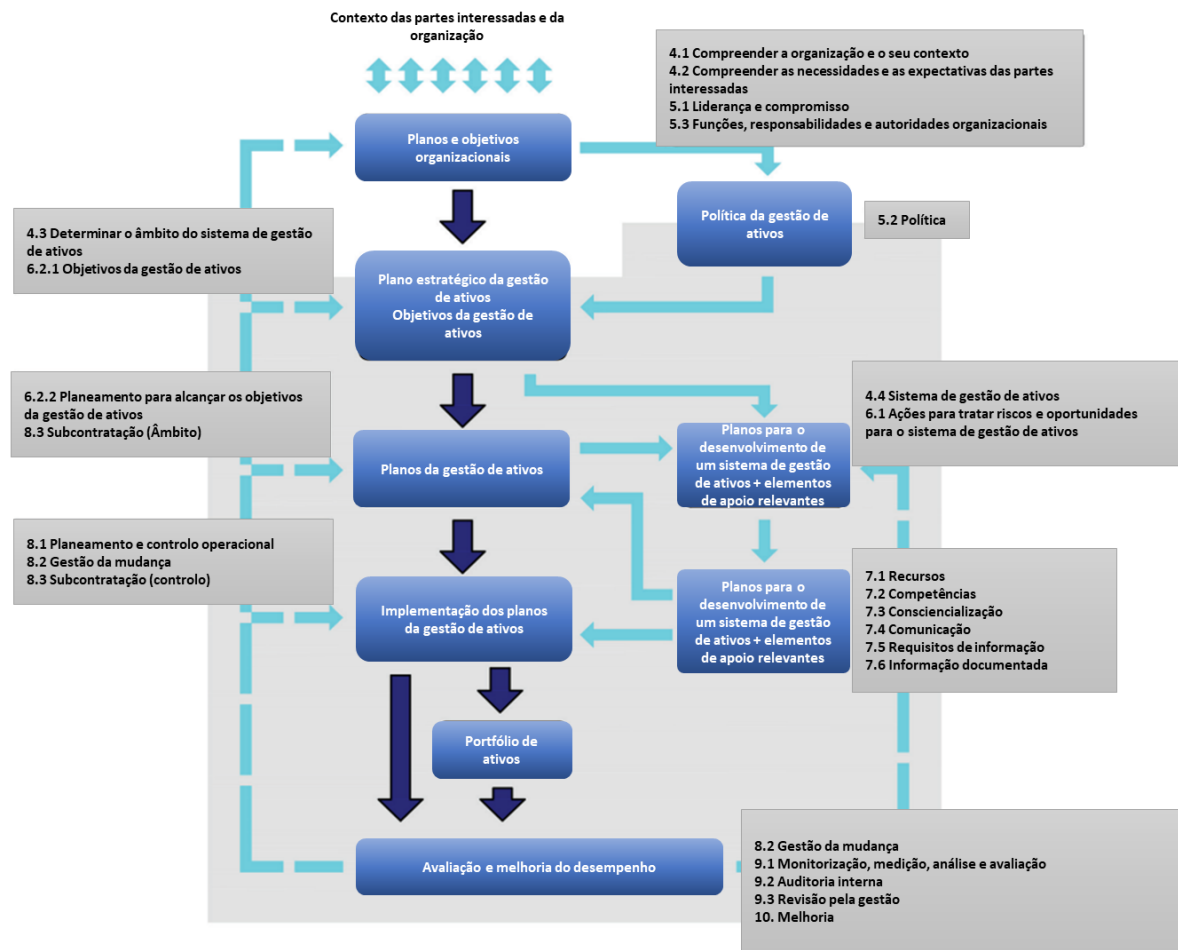
- IWMS (*Integrated Workplace Management System*) – É uma Plataforma que permite agrupar e otimizar todos os processos envolvidos na gestão de ativos.

O presente artigo visa refletir, aprofundar e retirar as ilações possíveis resultantes do contexto da convergência entre a ferramenta informática introduzida e os requisitos apresentados pela norma ISO 55001.

Este artigo está estruturado da seguinte forma:

- A Primeira secção apresenta a Introdução (presente secção);
- A Segunda secção apresenta a metodologia utilizada para avaliar a maturidade do apoio prestado pela Aplicação em sistemas de gestão que estão de acordo com os requisitos da norma ISO 55001;
- A Terceira secção apresenta a Aplicação, desenvolvida pela Empresa SEW, as suas funcionalidades e quais os contributos que representa, tanto para a Gestão de ativos físicos como para a Gestão de Manutenção e Transformação Digital;
- Na Quarta secção é feita a análise de quais os requisitos que são cumpridos pela Aplicação para a implementação da norma ISO 55001 num caso prático de um sistema de gestão de uma empresa;
- A Quinta secção apresenta a conclusão sobre quais as limitações da Aplicação no planeamento e implementação do Sistema de gestão de ativos, bem como as perspetivas referentes a futuros desenvolvimentos.

Figura 3 - Relação entre os pontos e os requisitos da norma ISO 55001 chave à implementação dos sistemas de gestão de ativos. Fonte: (ISO, 2018)



2. METODOLOGIA PARA AVALIAR O APOIO DA APLICAÇÃO A CADA REQUISITO DA NORMA ISO 55001

O projeto em apreço foi realizado tendo subjacente a norma orientadora ISO 55002, por esta conter as diretrizes da Aplicação da norma ISO 55001. O desafio em questão foi verificar a conformidade da Aplicação com a norma ISO 55002, ou seja, identificar quais as diretrizes da norma ISO 55002 que podem ser suportadas pela Aplicação.

Como já referido na secção 1, a Norma ISO 55001 é composta pelos seguintes requisitos: Contexto da Organização; Liderança; Planeamento; Apoio; Operacionalização; Avaliação do Desempenho e Melhoria. Para cada um dos requisitos ou sub-requisitos de 1º, 2º ou 3º escalão dos índices das clausulas pertencente à norma ISO 55001, foram definidas quatro opções de resposta, no que

diz respeito ao apoio prestado pela Aplicação informática em estudo/análise. A primeira opção, é quando o requisito está unicamente a cargo da gestão de topo, a segunda é se os pontos dos requisitos são cumpridos e contemplados totalmente pelo *software*, e a terceira opção é quando os requisitos são cumpridos apenas parcialmente, e por fim na quarta opção é quando o *software* não cumpre as exigências definidas pelos pontos abordados nos requisitos:

- RO – Responsabilidade da Organização;
- CT – Cumpre na Totalidade;
- CP – Cumpre parcialmente;
- NC – Não cumpre.

Na Tabela 1 encontra-se um exemplo da análise realizada, mais especificamente para o sub-requisito de 3º escalão, 7.1.4 - Gestão de Ativos ISO 55002:2018.

Tabela 13 - Exemplo da análise realizada, no sub-requisito de 3º escalão 7.1.4

7.1.4 – Gestão de Ativos	Unicamente a cargo da Organização	Cumpre na totalidade	Cumpre parcialmente/com o apoio de outras ferramentas	Não Cumpre	Observações
a) A entrega de atividades de gestão de ativos;		X			Com a Aplicação é possível alocar as atividades de gestão de ativos a terceiros.
b) O controle das atividades de gestão de ativos;		X			Com a Aplicação é possível alocar as atividades de gestão de ativos a terceiros.
c) Competência dos funcionários;			X		Existe a possibilidade de agregar formações dos produtos SEW por forma a tornar a equipa de manutenção mais competente.
d) Atividades Subcontratadas		X			Com a Aplicação é possível alocar as atividades de gestão de ativos a terceiros.
e) Disponibilidade atempada de fundos de investimento e financiamento operacional	X				
f) Acesso seguro a portfólios de ativos para realizar atividades de gestão de ativos		X			O acesso à Aplicação é restrito (através de password).

Depois de serem contados os pontos para cada opção de resposta a um requisito, o número resultante dessa contagem é dividido pelo número total de pontos existentes no requisito. O valor decimal resultante dessa divisão é, posteriormente, multiplicado por 100%, para ficar sob a forma de percentagem. Este processo é feito apenas para os requisitos de 1º escalão, visto que estes integram os sub-requisitos de 2º e 3º escalão, como referido na secção 1, daí os resultados apresentados na secção 4 serem apenas para os requisitos de 1º escalão. É um procedimento realizado nos requisitos atuantes num sistema de gestão de ativos da norma ISO 55001, calculado através das Fórmulas 1 a 4.

$$\% \text{ Pontos } RO_i = \left(\frac{\sum N^\circ \text{ pontos } RO \text{ no requisito}}{\sum N^\circ \text{ Total de pontos no requisito}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Pontos } CT_i = \left(\frac{\sum N^\circ \text{ pontos } C.T \text{ no requisito}}{\sum N^\circ \text{ Total de pontos no requisito}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

$$\% \text{ Pontos } CP_i = \left(\frac{\sum N^\circ \text{ pontos } C.P \text{ no requisito}}{\sum N^\circ \text{ Total de pontos no requisito}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

$$\% \text{ Pontos } NC_i = \left(\frac{\sum N^\circ \text{ pontos } N.C \text{ no requisito}}{\sum N^\circ \text{ Total de pontos no requisito}} \right) \times 100\% \quad (4)$$

Sendo,

i o requisito de 1º, ou sub-requisitos de 2º ou 3º escalão.

3. CASO DE ESTUDO E APLICAÇÃO UTILIZADA

A empresa que foi objeto do caso de estudo, encontra-se no ramo dos acionamentos eletromecânicos e eletrónicos, com produtos tais como: motores, redutores, redutores industriais, motorredutores, acionamentos descentralizados, entre outros.

A grande maioria das organizações, procura expandir continuamente a qualidade dos seus serviços, de modo a dar aos seus clientes suporte para estabelecerem uma parceria e uma relação comercial que, não só os satisfaça, mas que consiga superar as suas expectativas.

A aplicação tem associada uma base de dados on-line no servidor central da

empresa fornecedora do serviço. É aqui que todas as informações são guardadas: todos os níveis de autorização para aceder a informações, fotografias, instruções de operação e documentação são obtidos via *Internet Browser*. Conceitos de utilizador específicos podem ser criados de forma a ir ao encontro das necessidades reais de cada cliente.

Nesta perspetiva pretende-se com o presente estudo verificar o potencial de um CMMS, a Aplicação, como uma ferramenta de apoio à Gestão de ativos e Gestão da Manutenção desenvolvida pela empresa responsável pelo caso de estudo, beneficiar e apoiar as organizações no crescimento da maturidade destas relativo às áreas mencionadas e que, independentemente das suas razões, não conseguem alocar os recursos e/ou tempo necessários para implementar a norma ISO 55001.

Tal como referido no parágrafo anterior, a empresa objeto do caso de estudo tem no seu *portfólio* de serviços uma ferramenta, que permite a gestão total dos acionamentos instalados numa máquina, linha de produção ou instalação fabril.

Sendo o foco da gestão de ativos físicos maximizar a eficácia dos mesmos durante todo o seu ciclo de vida, minimizar as falhas, reduzir as perdas e maximizar ganhos, o Programa vai permitir organizar e reportar os ativos, apoiar no planeamento das operações de manutenção, avaliar o risco, otimizar *stocks* e número de itens, definir prioridades, entre outros.

A Aplicação é um sistema informático de gestão que permite:

- Disponibilidade de toda a informação do *portfólio* de ativos, ou seja, identificação e registo de todos os acionamentos eletromecânicos (*i.e.*, motores elétricos, motorredutores, redutores e redutores industriais) e conversores de frequência, de acordo com o *layout/planta* de cada cliente (Figura 4);
- Informação detalhada de todo o *portfólio* de ativos, nomeadamente: informação técnica detalhada (de

- acordo com o tipo de equipamento e número de série); localização funcional; tipo de acesso; utilização; estado do ativo; criticidade; etc.) – (Figura 5);
- Apoio ao sistema de gestão documental através do acesso a: fotografias do Ativo Físico; relatórios; instruções de operação; lista de peças; certificados; etc.;
 - Planeamento de ações corretivas e preventivas, incluindo a avaliação de desempenho de cada Ativo Físico e definição de níveis de serviço (Figura 6);
 - Evidência histórica quanto ao estado, condição e desempenho de cada Ativo Físico;
 - Informação quanto à existência de unidades de substituição, reserva/stock, incluindo prazos de entrega;
 - Informação relevante sobre o ambiente, as normas e especificações, assim como sobre a necessidade de subcontratação de serviços ou meios de movimentação.

Figura 4 - Identificação e registo de acordo com o layout/planta de cada cliente na Aplicação

The screenshot shows a web application interface with a navigation bar at the top containing 'Produtos', 'Soluções', 'Serviços', 'Setores da Indústria', 'Online Support', and 'Carreira'. Below the navigation bar, there are several tabs: 'Online Support', 'Arranque e manutenção', and 'Base de dados CDM®'. The main content area is divided into sections: 'Fábrica' and 'Sistema'. The 'Fábrica' section has fields for 'Fábrica', 'Cliente', and 'Delivery address'. The 'Sistema' section contains a table with columns: 'Designação do sistema', 'Edifício', 'Aplicação', 'Fabricante do sistema', and 'Contacto do cliente'. The table lists various components like 'Cleaning plant', 'Linha 1', 'Linha 3', 'Linha 5', 'Linha 6', and 'Despaletrizadora' with their respective details.

Figura 5 - Informação técnica detalhada do ativo disponível na Aplicação

The screenshot shows a detailed view of a component in the application. At the top, there is a 'Componente' header. Below it, a table lists various attributes of the component, including 'CDM No.', 'ID do componente do cliente', 'Localização técnica', 'Edifício', 'Designação do produto', 'Produtor', 'Número de série (actual)', 'ne [rpm]', 'na [rpm]', 'P [kW]', 'Posição de montagem Pto (instalado)', 'd/D [mm]', 'CDM Símbolo', 'FS', 'Estado', 'Component Hierarchy', and 'Opções'. Below the table, there are several tabs: 'Informação técnica', 'Order data', 'Informações de utilização', 'Informações de estado', 'SmartProduct', 'Informações logísticas', 'Assistência', and 'Arquivos / Documentação'. The main content area is divided into sections: 'Global Data', 'Technical Data Drive', and 'Technical Data Motor'. Each section contains detailed technical specifications for the component.

Figura 6 - Evidência histórica do desempenho do ativo disponível na Aplicação

Componente															
Tipo	CDM.No.	ID do componente do cliente	Localização técnica	Edifício	Designação do produto	Producer	Número de série (actual)	na [rpm]	Posição de m...gem (instalado)	Prio [mm]	d/D [mm]	CDM Símbolo FS	Estado	Component Hierarchy	Opções
<input type="checkbox"/>	55SEW000000001319	C19 - M721-W118	<input type="checkbox"/> C19 - M721-W118	Linha 3	SA47 DT90L4	SEW-EURODRIVE	55.6642718001.0001.20	10.80	131,00 A 158,00 B	M4B	4	30 1			
Informação técnica Order data Informações de utilização Informações de estado SmartProduct Informações logísticas Assistência Anexos / Documentação															
Tipo de medida a tomar	Nome da medida de assistência	Designação do produto	Edifício	Observação	Fonte	Tempo de arranque	Estado	Departamento...Instância da SEW							
<input type="checkbox"/> Inspection Modul 2 (maintenance on-site)	Inspeção 22/03/2022	SA47 DT90L4	Linha 3	Posição de montagem não esta de acordo. O equip. actualmente está em M4, e não em M1 conforme indicado no CDM. É necessário corrigir o nível de óleo (a quantidade é diferente) e trocar a posição do respiro em conformidade com a posição de montagem M4.	55SEW000000001319	2022-03-22 12:00	Entered (not scheduled)	SEW EURODRIVE Portugal							
<input type="checkbox"/> Maintenance	Paragem L3	SA47 DT90L4	Linha 3	Roda coroa com desgaste + veio oco danificado na zona de trabalho do retentor + Tampa Lado B fora de tolerâncias/ rebatida	55SEW000000001319	2020-11-23 12:00	Service completed	SEW EURODRIVE Portugal							
<input type="checkbox"/> Maintenance	Paragem Manutenção 2019	SA47 DT90L4	Linha 3	Revisão - Paragem Linha 3 Substituição de: rolamentos, retentores, lubrificante, veio oco do SA47 (danificado na zona de trabalho do retentor), Pinhão e Roda 2 danificados/com desgaste severo.	55SEW000000001319	2019-02-18 12:00	Service completed	SEW EURODRIVE Portugal							

O acesso à informação de todos os equipamentos instalados é totalmente *online*, facilitando a Gestão dos Ativos Físicos instalados na fábrica, permitindo que:

- As empresas tenham ao seu dispor a informação técnica dos equipamentos de forma digital rápida e centralizada, bem como o acesso rápido à lista de peças de reserva, economizando tempo às equipas de manutenção em pesquisas;
- Seja feito o planeamento de todas as atividades de manutenção e o seu agendamento, aumentando a produtividade das equipas responsáveis;
- Haja a possibilidade de incluir o histórico associado a cada equipamento, o que permite ter os dados necessários para a tomada de decisão, a nível técnico e económico sobre cada ativo;
- Permita avaliar riscos e oportunidades, através da monitorização do desempenho do sistema de gestão de ativos e das ações preventivas e corretivas,

incluindo oportunidades para melhoria contínua.

Adicionalmente, com a implementação desta ferramenta, vai permitir:

- Avaliar riscos e oportunidades do *portfólio* de ativos, através da identificação das unidades de maior criticidade da gestão de ativos físicos;
- Avaliar o desempenho de cada Ativo Físico, através de serviços de inspeção/manutenção, e executar planos de melhoria de acordo com os resultados da avaliação;
- Melhorar continuamente, através da identificação de necessidades e potencialidades de melhoria;
- Diminuir os custos, considerando o desempenho e riscos relacionados com o *portfólio* de ativos, através da otimização de *stock* de peças de reserva, bem como das ações de manutenção, permitindo uma redução do número de incidentes não programados, bem como realizar estudos de eficiência

energética, monitorização da condição, etc.;

- Modernizar (*retrofit*) os equipamentos instalados, permitindo estruturar e ajustar a tecnologia do acionamento existente, com avaliação do impacto ambiental e exigências futuras.

Paralelamente à implementação do Programa, podem ser associados e planeados serviços de inspeção, manutenção, monitorização ou substituição de acordo com as ações decorrentes do Sistema de gestão de ativos físicos; agregado a cada equipamento, máquina, linha de produção ou instalação fabril completa, ficando disponível todo o histórico das ações executadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tal como referido nas seções anteriores, a empresa alvo de caso de estudo analisou quais os requisitos para implementação da ISO 55001 que são suportados pela aplicação, num caso prático de uma empresa que produz componentes para a indústria automóvel (denominada de empresa A), na qual se verifica que o sistema de gestão implementado tem condições para evoluir no sentido de vir a cumprir com a generalidade dos requisitos apresentados por aquela norma.

Os requisitos 4 e 5 são focados no *Contexto da*

Organização e Liderança, respetivamente.

São requisitos determinantes para a obtenção de valor. A liderança influencia a forma como a Organização desempenha o seu papel e cria a cultura organizacional.

Os requisitos que dizem respeito ao Contexto da Organização são essenciais à Gestão de ativos Físicos, pois permitem a esta perceber qual será o seu foco e como pode, através da Gestão dos seus Ativos Físicos, criar valor não só para a Organização propriamente dita, como para as partes interessadas. Permitem também um conhecimento profundo de fatores que podem influenciar a Gestão dos Ativos Físicos (p.e. leis e regulamentos). Os requisitos que se referem à Liderança são

direcionados para a gestão de topo de uma Organização, pois estes são os altos responsáveis pela Gestão dos Ativos Físicos e, conseqüentemente, pelo respetivo Sistema de Gestão. É a gestão de topo quem define a visão e os objetivos da gestão de ativos físicos e que fornece os recursos para atingir as metas. O cumprimento dos requisitos é da responsabilidade da gestão de topo. Antes de serem apresentados os resultados do trabalho, é apresentado um pequeno exemplo de como foram adquiridos os resultados para o requisito 8 – Operacionalização, através das fórmulas apresentadas na secção 2, que irão ser confirmados posteriormente nesta secção.

Resultados para o requisito 8:

$$\begin{aligned} \% \text{Pontos } RO_i &= \left(\frac{8}{23}\right) \times 100\% \\ &= 0,35 \times 100\% = 35\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Pontos } CT_i &= \left(\frac{5}{23}\right) \times 100\% \\ &= 0,22 \times 100\% = 22\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Pontos } CP_i &= \left(\frac{10}{23}\right) \times 100\% \\ &= 0,43 \times 100\% = 43\% \end{aligned}$$

O requisito 6, relativo ao *Planeamento*, tem o propósito de encaminhar os objetivos da gestão de ativos de modo a irem ao encontro aos objetivos da Organização, sendo, para isso, necessário determinar as atividades e recursos necessários para alcançar essa sinergia. É o requisito responsável por estabelecer em como serão atingidas as metas da gestão de ativos físicos, de como serão atendidas as necessidades e requisitos das Partes Interessadas e de como serão abordados os riscos e oportunidades associados aos Ativos Físicos.

Perante a análise feita para este requisito, permitiu-se verificar que a Aplicação é uma ferramenta que pode apoiar 86% dos pontos abordados na Norma ISO 55002. No entanto, 28% da capacidade de resposta é parcial, ou seja, o Programa necessita do apoio de outras ferramentas ou pode servir como ferramenta de apoio para responder a alguns dos sub-requisitos do ponto 6.

Em relação ao requisito 7, relativo ao *Apoio*, este tem como objetivo analisar e determinar os recursos necessários às atividades ligadas à gestão de ativos. Para isso é necessário colocar em perspectiva os recursos, as competências, a consciencialização e como a informação é tratada dentro da Organização.

Para este requisito foi concluído que a Aplicação apoia na totalidade ou parcialmente, verificando-se que 48% das ações identificadas neste requisito podem ser apoiadas pelo Programa, onde 20% dessas ações precisam do apoio a outras ferramentas ou pode servir como ferramenta de apoio. Aproximadamente 48% das ações dizem respeito à gestão de topo.

A *Operacionalização* é o requisito 8, o qual é dos mais importantes da norma ISO 55001, abrangendo o uso do Sistema de gestão de ativos físicos com o objetivo de que este forneça os resultados pretendidos pela Organização e pelo próprio Sistema de gestão de ativos físicos. Orienta as Organizações no planeamento e implementação dos processos operacionais, Gestão da mudança e *outsourcing*. Pode ser feito através da produção de informação operacional sobre as atividades realizadas ou por realizar, avaliação dos riscos associados e a mudanças de carácter permanente e controlo das atividades e processos subcontratados, bem como o seu impacto ou riscos para a Organização. Verifica-se que a Aplicação apoia em 65% do cumprimento desta norma, e que 35% são responsabilidade da gestão de topo.

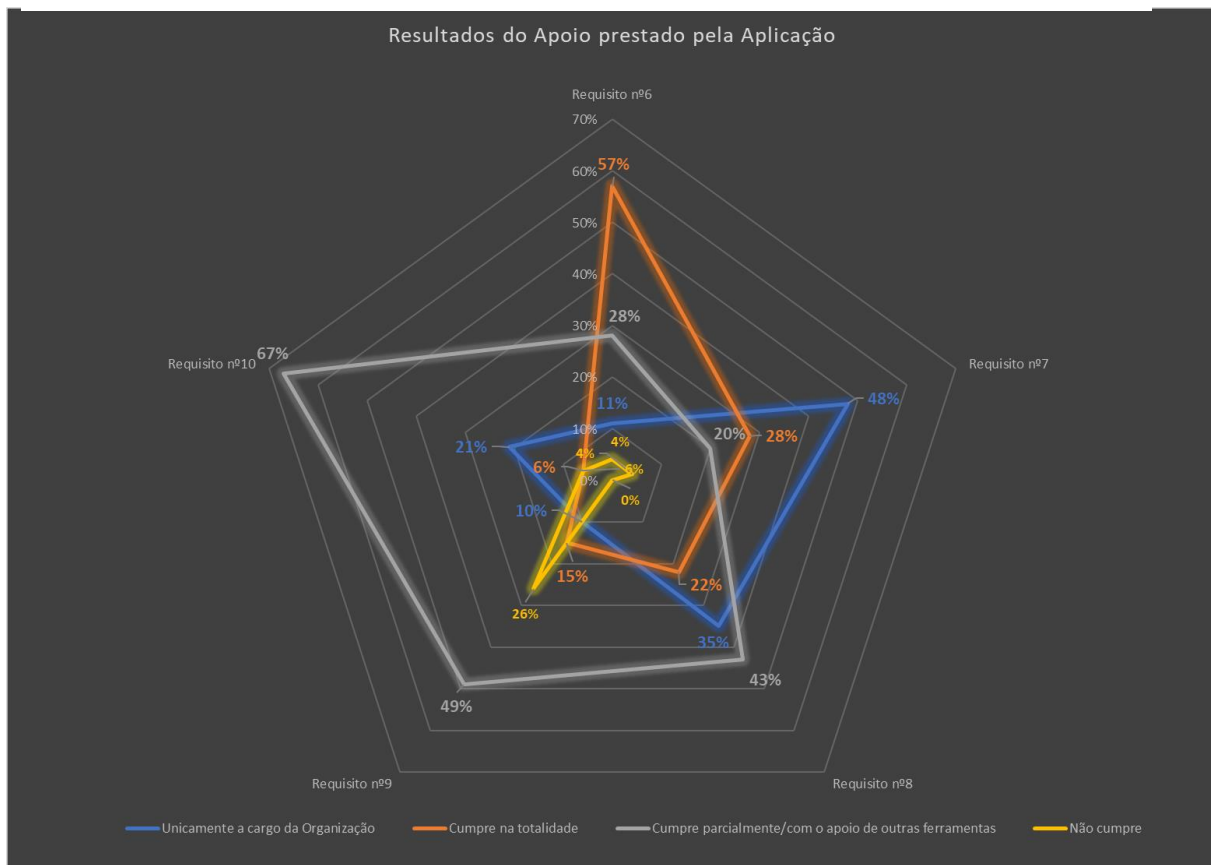
A *Avaliação do Desempenho* diz respeito ao requisito 9, o qual é responsável pela monitorização e avaliação do desempenho

das atividades de gestão de ativos, ambas temáticas importantes para o planeamento e implementação de novos pontos de melhoria no *portfólio* de ativos, e nas restantes métricas da gestão de ativos físicos. Este controlo é fundamental para garantir o alcance dos resultados desejados; para tal é necessário determinar quais os pontos a medir, quais os dados a recolher, executar auditorias internas para avaliar conformidades e a eficácia do Sistema de gestão de ativos físicos. O Programa apoia este requisito em 64%; contudo, em 49% dos pontos mencionados na norma, a Aplicação tem uma capacidade de resposta limitada, sendo 10% das exigências apresentadas da responsabilidade da gestão de topo.

O requisito 10, relativo à *Melhoria*, auxilia a continuidade da melhoria de todos os componentes que constituem o Sistema de gestão de ativos físicos, incluindo a correção constante e adaptação das Organizações às não conformidades nas atividades de gestão de ativos. Para isso é necessário, por parte da gestão de topo, implementar ações corretivas aquando da existência de não conformidades ou incidentes, criar processos para identificação de falhas e também procurar e melhorar de forma contínua a adequação e eficácia das suas atividades e dos seus sistemas de gestão de ativos físicos. Dos resultados analisados referentes ao cumprimento deste requisito verifica-se que a Aplicação é capaz de apoiar em 73%; no entanto, 67% da capacidade de resposta da Aplicação é parcial, ou seja, a Aplicação necessita do apoio de outras ferramentas, sendo que 21% dos pontos apresentados são da responsabilidade da gestão de topo (Tabela 2 e Gráfico 1).

Tabela 14 - Resultados do resumo do Apoio da Aplicação na Implementação dos Requisitos – Caso de Estudo

Requisitos	Unicamente a cargo da Organização	Cumpre na totalidade	Cumpre parcialmente/com o apoio de outras ferramentas	Não cumpre
6	11%	57%	28%	4%
7	48%	28%	20%	4%
8	35%	22%	43%	0%
9	10%	15%	49%	26%
10	21%	6%	67%	6%

Gráfico 1 – Resultados do Apoio prestado pela Aplicação


5. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

Apesar da norma ISO 55001 ser recente, a importância da abordagem à sua implementação e certificação por parte das empresas é um facto, o que demonstra que as Organizações interessadas nesta possuem um grau de experiência elevado no que concerne à gestão de ativos físicos, e à criação e implementação de sistemas de Gestão complexos que necessitam de uma alta coordenação entre os seus colaboradores. Demonstra ainda que as Organizações conseguem encarar e adaptar-se a todos os fatores que influenciam a vida útil dos seus ativos, de modo a obter destes o maior valor possível de uma forma sustentável.

A análise do caso de estudo apresentado no presente artigo consistiu na verificação de quais os requisitos e sub-requisitos da norma ISO 55001 que são cumpridos pela Aplicação, com a finalidade da empresa alvo de estudo poder apoiar as partes interessadas na implementação da norma e

marcar a sua posição na vertente da gestão de ativos físicos.

Os requisitos 4 e 5 (Contexto da Organização e Liderança, respetivamente) são exclusivamente da responsabilidade da organização de topo e são fundamentais para a certificação, pelo que o Programa não pode exercer a sua contribuição à implementação destes dois pontos de referência.

A partir da análise dos requisitos do sistema de gestão, aplicados à empresa alvo do caso de estudo, conclui-se que a Aplicação permite um grande apoio na implementação dos requisitos 6, 8 e 10 (Planeamento, Operacionalização e Melhoria, respetivamente).

Em relação aos requisitos 7 e 9 (Apoio e Avaliação do Desempenho), apesar de não auxiliar com a mesma ênfase, pode-se afirmar que o Programa constitui um pilar decisivo para a implementação destes requisitos.

As organizações que obtêm maior sucesso com o seu Sistema de gestão de ativos

físicos são aquelas que são pró-ativas perante a identificação de riscos, na sua eliminação e na implementação de estratégias de mitigação que minimizem os seus efeitos.

Num futuro muito próximo, as Organizações que pretendem obter um auxílio à certificação da norma ISO 55001 poderão saber exatamente o apoio que irão usufruir ao usar a Aplicação informática, não só na vertente da implementação, mas também de apoio à certificação, para além da gestão diária dos seus acionamentos eletromecânicos e eletrónicos.

A empresa em estudo continuará a fazer evoluir a Aplicação, quer para responder cada vez melhor aos requisitos que já inclui na versão atual da norma, quer para responder aos requisitos que, não obstante sejam da responsabilidade da gestão de topo, possa orientar na implementação de todos os requisitos e melhorar a *performance* de cada cliente no âmbito da gestão de ativos.

6. REFERÊNCIAS

- GFMAM (2015). Asset Management Maturity - A Position Statement. *Global Forum on Maintenance & Asset Management*.
https://gfmam.org/sites/default/files/2019-08/GFMAM_ASSET%20MANAGEMENT%20MATURITY_FIRST%20EDITION_ENGLISH%20VERSION.pdf
- Attwater, A., Wang, J. Q., Parkilad, A., & Russell, P. (2014). *Measuring the performance of asset systems* [Paper presentation]. Asset Management Conference 2014, 1-6.
<https://doi.org/10.1049/cp.2014.1046>
- Casimiro, J. (2019). *Metodologia BIM aplicada a gestão de ativos* [Master's Thesis]. ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
<http://hdl.handle.net/10400.21/10200>
- Farinha, J. T. (2018). *Asset maintenance engineering methodologies* (1st ed.). CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/9781315232867>
- Hastings, N. A. (2015). *Physical asset management: With an introduction to ISO 55000* (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-14777-2>
- International Organization for Standardization. (2014). *Asset management – Overview principles and terminology* (ISO Standard No. 55000).
<https://www.iso.org/standard/55088.html>
- International Organization for Standardization, ISO 55002:2018. *Asset Management, Management Systems: Guidelines for the application of ISO 55001*. Geneva, 2018.
- Machado, M. (2016). *Aplicação da Gestão de ativos Físicos na Adega Cooperativa da Covilhã* [Master's thesis].
<http://hdl.handle.net/10400.6/5800>
- IAM (2014). *The Self-Assessment Methodology - Guidance*. United Kingdom: The Institute Asset Management.
- IAM (2015). *Asset management - An anatomy* (3rd ed.). Institute of Asset Management.
https://theiam.org/media/1486/iam_anatomy_ver3_web-3.pdf
- Pais, E., Farinha, T., & Raposo, H. (2019). *ISO 55001 – Gestão de ativos* [Paper presentation]. 15.º Congresso Nacional de Manutenção, Braga.
https://www.researchgate.net/profile/J-Edmundo-De-Almeida-E-Pais/publication/339363909_ISO_55001_-_Gestao_de_Ativos/links/5e4d6636458515072da98961/ISO-55001-Gestao-de-Ativos.pdf
- Pais, E., Farinha, T., Cardoso, A. J. M., Raposo, H. (2020). Optimizing the life cycle of physical assets – A review. *WSEAS Trans. Syst. Control*, vol. 15, pp.417–430, doi:10.37394/23203.2020.15.42.
<https://wseas.com/journals/sac/2020/a845103-987.pdf>
- Pais, E., Raposo, H., Farinha, T., Cardoso, A. J. M., Marques, P. A. (2021). Optimizing the Life Cycle of Physical Assets through an Integrated Life Cycle Assessment Method. *Energies*, vol. 14, no. 19, p. 6128, Sep. 2021.

<https://doi.org/10.3390/en14196128>

Pais, E., Farinha, T., Cardoso, A. J. M., Raposo, H. (2022). ISO 55001 - A Proposal for a Strategic Asset Management Plan. Proceedings M2D2022 - 9th International Conference on Mechanics and Materials in Design/Funchal/Portugal 26-30 June 2022, Editors J.F. Silva Gomes and S.A. Meguid, pp.577-590.
https://paginas.fe.up.pt/~m2d/proceedings_m2d2022/

Tancredo, F. V. (2018). *Modelo para determinação da maturidade de uma organização na gestão de ativos físicos* [Master's thesis].

<http://hdl.handle.net/10400.21/8841>

Zhang, X., Arayici, Y., Wu, S., Abbott, C., & Aouad, G. (2009). *Integrating BIM and GIS for large-scale facilities asset management: a critical review - University of Salford Institutional Repository*. University of Salford Manchest.

<http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/11418/>

PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar. **Revisão por pares:** Dupla revisão anónima por pares.



Todo o conteúdo da [Revista de Ativos de Engenharia](#) é licenciado sob *Creative Commons*, a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.

FATORES-CHAVE DE SUCESSO NA JORNADA DA GESTÃO DE ATIVOS E CERTIFICAÇÃO ISO 55001 DA E-REDES

KEY SUCCESS FACTORS IN ASSET MANAGEMENT JOURNEY AND ISO 55001 CERTIFICATION AT E-REDES

[10.29073/rae.v1i2.731](#)

Receção: 30/03/2023 Aprovação: 30/04/2023 Publicação: 01/07/2023

Ricardo Prata ¹, Miguel Freitas ² e Cristina Carvalho ³

¹ E-REDES; ricardo.prata@e-redes.pt

² E-REDES; Miguel.freitas@e-redes.pt

³ E-REDES; cristina.carvalho@e-redes.pt

RESUMO

A E-REDES promoveu, ao longo de um período de mais de uma década, a melhoria do seu sistema de gestão de ativos, alinhando inicialmente com os requisitos da PAS 55 e, posteriormente, das normas da série ISO 55000. Após esse percurso, decidiu então procurar obter a certificação na ISO 55001, tendo alcançado esse objetivo em 2022, numa certificação cujo âmbito abrange a globalidade das redes de distribuição operadas pela E-REDES em AT, MT e BT. A certificação permite demonstrar, perante os stakeholders, que a E-REDES tem objetivos claros de gestão de ativos, equilibrando as expectativas dos diversos intervenientes, num sistema de gestão de ativos e em que uma das bases são os objetivos que garantem a resposta aos desafios de curto, médio e longo prazo colocados pela transição energética, entre outros.

Palavras-Chave: GESTÃO DE ATIVOS, SAMP, OPTIMIZAÇÃO, CICLO DE VIDA

ABSTRACT

E-REDES has developed, throughout more than a decade, the improvement of its asset management system, based initially on PAS 55 and, later, on the ISO 55000 standards. Culminating that path, E-REDES decided to obtain an ISO 55001 certification, which was obtained in 2022, with a scope covering the electrical energy distribution grids operated by E-REDES in HV, MV and LV. The certification obtained demonstrates, towards E-REDES' stakeholders, that the company has clear asset management goals, balancing the expectations of the several interested parties, through an asset management system that addresses the short-, medium- and long-term challenges associated with energy transition.

Keywords: ASSET MANAGEMENT, SAMP, OPTIMIZATION, LIFE CYCLE

1. INTRODUÇÃO

A E-REDES iniciou o seu percurso de melhoria contínua do seu sistema de gestão de ativos há mais de uma década, tomando como referência inicialmente a norma britânica PAS 55 (atualmente [1] e [2]) e, mas tarde, a série de normas ISO 55000 [3], [4] e [5].

Ao longo desse percurso foi realizada uma análise de alinhamento do seu sistema de gestão de ativos com os requisitos especificados nas normas de referência. Foi ainda realizado o projeto JUMP, que alinou a estrutura da organização, os processos e o sistema de gestão de ativos segundo as

especificações dessas referências. A componente aplicacional do projeto, suportado em SAP, entrou em produtivo em 2018. Dados esses passos, e na sequência de uma reestruturação da estrutura orgânica da E-REDES concretizada em 2020, que resultou numa nova estrutura das unidades de serviços de rede e na criação da Área de Gestão de Ativos na Direção de Gestão de Ativos e Planeamento de Redes, a E-REDES iniciou o percurso de obtenção da certificação na norma ISO 55001 [4], alcançado em 2022.

2. A E-REDES

A E-REDES – Distribuição de Eletricidade, empresa do Grupo EDP, detém as concessões de operação das redes de distribuições de energia elétrica em Portugal continental, nos níveis de Alta, Média e Baixa Tensão. Na cadeia de valor do setor elétrico, a E-REDES posiciona-se entre a Rede Transporte e os Comercializadores, sendo responsável por distribuir energia elétrica a mais de 6 milhões de clientes, sendo que também estão ligados à sua rede um vasto conjunto de produtores.

Opera mais de 230.000 km de rede, com 435 subestações e mais de 70.000 postos de transformação.

A E-REDES trabalha diariamente para assegurar um serviço de qualidade, e tem como visão tornar-se um operador europeu de referência na gestão eficiente das redes de distribuição de eletricidade. Como empresa regulada e operadora da rede de distribuição, desenvolve um grande número de atividades, desde o planeamento, construção, manutenção e operação das redes, até à ligação de novos clientes e produtores, garantindo naturalmente a qualidade de serviço e a minimização das perdas. Adicionalmente, presta um conjunto alargado de serviços ao mercado, tais como, a medição e disponibilização de dados de consumo, garante apoio técnico multicanal aos seus clientes, e garante a execução de ordens de serviço, por exemplo, aumentos de potência ou cortes de fornecimento de energia elétrica.

3. A JORNADA DE GESTÃO DE ATIVOS NA E-REDES

No início do presente século, a estrutura organizativa da empresa tinha um carácter predominantemente regional, sendo então utilizados diferentes métodos e periodicidades de manutenção em cada região e com registos essencialmente em papel, logo pouco rastreáveis. Paralelamente, havia sobretudo um foco no acompanhamento da execução financeira do OPEX e uma baixa integração dos sistemas informáticos de suporte, que

resultava na separação do mundo físico e do mundo financeiro.

Em 2007, a gestão de topo decide liderar a mudança, criando direções nacionais (Planeamento, Projeto e Construção e Manutenção), enquanto são desenvolvidas iniciativas de aproximação às congéneres europeias, na altura mais avançadas nas práticas de Gestão de Ativos. Internamente, foi o momento de realizar os primeiros seminários de gestão de ativos, dando especial relevo ao ciclo de vida do ativo e à importância de cada uma das suas fases.

Seguiu-se a realização da primeira avaliação de maturidade em Gestão de Ativos face ao referencial da PAS 55, permitindo identificar diversas oportunidades de melhoria importantes. Iniciou-se então o desenvolvimento de novos conceitos e metodologias, tais como o desenho da Matriz de Risco Corporativa e métodos para avaliar os trade-offs da gestão de ativos, que foram disseminados pela organização através da Universidade EDP. Nesta escola, “professores” e “alunos” são colaboradores da empresa, fazendo-se transmissão de conhecimento dos mais experientes em gestão de ativos, com um vínculo prático muito vincado.

Em 2011 a empresa, consciente dos benefícios resultantes do recurso às melhores práticas de Gestão de Ativos e das vantagens em demonstrar esse recurso, realizou um piloto de gestão de ativos e análise de risco na zona de Setúbal, abrangendo os ativos mais relevantes, tendo testados modelos de avaliação da condição e risco e alteradas algumas estratégias de manutenção. Os resultados foram positivos, tendo-se tomado decisões com base no mérito técnico-económico das alternativas disponíveis, e a análise das causas raiz das falhas que permitiu identificar melhorias para as fases de projeto e de construção. Tornou-se evidente que a Gestão de Ativos era o caminho a seguir, tendo a crescido a ambição de continuar a mudar a organização e, conseqüentemente, canalizados mais recursos financeiros e humanos ao projeto.

Entre os anos de 2012 e 2014, continuou a reforçar-se a cultura de Gestão de Ativos da empresa, que na verdade é o elo de ligação entre a estratégia corporativa e a estratégia operacional. O envolvimento de todos foi crucial, começando pela gestão de topo a comunicar transversalmente sobre a temática, a aprendizagem e melhoria continua das equipas não só de engenharia, mas também de todas as atividades de suporte, sem esquecer os técnicos eletricitas que foram também muito envolvidos nesta transformação.

Contudo, e como se percebe, não é suficiente existir uma cultura forte de Gestão de Ativos, é fundamental que os processos, os sistemas e a estrutura organizativa permitam aplicar as técnicas da disciplina de forma coerente, sistemática e fluída. Assim, entre 2015 e 2019, foi desenvolvido um projeto transformacional designado JUMP que envolveu 7 empresas do Grupo EDP, 6 parceiros externos e mais de 3000 pessoas, onde foram redesenhados todos os processos de Gestão de Ativos e atividades de suporte, foi desenvolvido um único sistema (base SAP) que suporta todas as fases do ciclo de vida do ativo, tendo sido também revolucionadas as operações através da digitalização.

Finalmente, em 2020 teve lugar uma profunda reestruturação da organização, tendo sido criada a Direção de Gestão de Ativos e Planeamento de Rede, e existindo a junção das atividades de Manutenção e Construção na mesma Direção, de forma a quebrar ainda mais os silos. Assim, estavam reunidas as condições para avançar para a Certificação do Sistema de Gestão de Ativos da E-REDES, que tem permitido manter o espírito de melhoria contínua bem vivo, maximizar o valor entregue aos stakeholders e também capturar benefícios adicionais tais como a reputação e a confiança no trabalho da E-REDES.

4. O SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVOS

O Sistema de Gestão de Ativos é descrito por intermédio do Plano Estratégico da Gestão de Ativos (SAMP) [6]. Este documento, refletindo as Necessidades e as Expectativas dos Stakeholders, assim como

o Plano de Negócios, apresenta a Política de Gestão de Ativos que serve de base para a definição de Ações Estratégicas, Objetivos e Planos de Gestão de Ativos.

O Sistema de Gestão de Ativos da E-REDES responde e assegura a implementação da sua Política de Gestão de Ativos, que explicita as expectativas do Conselho de Administração relativas à gestão dos seus ativos.

Essas expectativas sustentam as diretrizes estabelecidas pela E-REDES, em alinhamento com a declaração da sua missão e da sua visão, e são:

1. Garantir o fornecimento de energia elétrica com qualidade, segurança e eficiência;
2. Promover o desenvolvimento da rede de distribuição de eletricidade que suporte a transição energética;
3. Manter uma relação de confiança e proximidade com os diferentes stakeholders, com foco na inovação e resiliência;
4. Otimizar o desempenho e disponibilidade dos ativos, respeitando as políticas e disposições vigentes, nomeadamente ambientais, de segurança e outras aplicáveis;
5. Melhorar continuamente o Sistema de Gestão de Ativos, em alinhamento com as melhores práticas e com a série de normas ISO 55000.

As diretrizes expostas, desdobram-se em ações estratégicas, objetivos estratégicos e planos de gestão de ativos que irão compor o SAMP da E-REDES, o qual contribuirá para a criação de valor a partir da sua gestão de ativos, de forma sustentável e eficiente.

4.4. ÂMBITO DO SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVOS

O Plano Estratégico de Gestão de Ativos (SAMP) aplica-se ao sistema de gestão de

ativos das redes de distribuição de eletricidade em AT, MT e BT, operadas pela E-REDES, em todas as fases do seu ciclo de vida. O horizonte temporal considerado no documento é de 10 anos estabelecendo objetivos a 2030. Será revisto em 2024, alargando-se então o seu horizonte temporal.

Na Figura 12 estão representadas as fases do ciclo de vida dos ativos da E-REDES, bem com os processos referentes a cada fase, e os processos suporte à gestão de ativos.

Tutela a realização de auditorias internas, revisões pela gestão de topo e as ações corretivas e preventivas, que promove a desejada cultura do ciclo de PDCA (Plan, Do, Check Act). Outra questão fulcral no Sistema de Gestão de Ativos da E-REDES é a existência de 2 comités (operacional e estratégico), que envolvem as direções da E-REDES, cada um deles com poderes de decisão consoante os participantes; as reuniões destes comités são periódicas., de modo a debater temas transversais com impacto na E-REDES, garantindo a atualidade das questões. O comité estratégico reúne duas vezes por ano, fazendo o comité operacional um acompanhamento mais próximo dos temas relevantes para o sistema de gestão de ativos, com quatro reuniões por ano.

Figura 12 - Fases do ciclo de vida dos



O SAMP detalha o contexto organizacional interno e externo, sendo que neste último aspeto assumem relevância o contexto económico, o enquadramento regulatório, as políticas energéticas, a transição energética e resposta às alterações climáticas, bem como as necessidades e expectativas dos clientes associados às redes de distribuição operadas pela E-REDES.

Outro documento base do Sistema de Gestão de Ativos é o Manual do Sistema de Gestão de Ativos [7], que lança os fundamentos para a melhoria contínua.

5. PORTFOLIO DE ATIVOS

A E-REDES é a concessionária da Rede Nacional de Distribuição (RND), concedida pelo Estado, e das Redes de Distribuição em Baixa Tensão em Portugal Continental, cujos concedentes são os municípios, tendo toda a sua atividade regulada. Neste pressuposto deve assegurar, na vigência dos contratos de concessão da RND e das concessões em BT, o regular funcionamento dos ativos que integram estas diferentes redes.

A RND é constituída pela rede de distribuição em alta e média tensão. A

distribuição em AT é efetuada predominantemente à tensão nominal de 60kV¹. A distribuição MT é efetuada, predominantemente, nos níveis de tensão de 30kV, 15kV e 10kV. Para facilitar a exploração e melhorar a qualidade de serviço, a rede MT possui, ao longo do seu percurso, órgãos de corte telecomandados, dotados de automatismos e funções de proteção.

As redes de distribuição de eletricidade de baixa tensão, cuja concessão é concelhia, são constituídas por linhas e cabos BT, postos de transformação de distribuição MT/BT, equipamentos de medição inteligente (EMI) e contadores convencionais (estes em fase de substituição por EMI).

Na Tabela 15 é resumida a evolução de ativos da RND e RDBT, entre 2018 e 2020.

5.

Tabela 15 - Evolução 2018-2020 dos ativos geridos pela E-REDES, para as principais classes de ativos

Grupo	Abrangência	2018	2019	2020	
I	Equipamentos	Subestações			
		Nº de subestações	432	431	432
		Potência Instalada (MVA)	17 700	17 656	18 475
		Postos de Transformação			
		Unidades	68 933	69 190	69 424
		Potência Instalada (MVA)	20 599	20 757	20 856
II	Redes AT/MT	Linhas (incluindo ramais, em km)			
		Aéreas	67920	68116	68297
		AT (60/132 kV)	9 008	9 029	9 032
		MT (6/10/15/30 kV)	58 912	59 087	59 265
		Cabos subterrâneos			
		AT (60/132 kV)	535	539	541
	MT (6/10/15/30 kV)	14 635	14 727	14 845	
III	Redes BT	Redes BT (km)			
		Aéreas	109 725	110 883	111 568
		Subterrâneas	33 715	33 781	33 913
IV	Equipamentos Acessórios e Contagem	Telecomando de Rede MT			
			7 593	7 896	8 155
		Nº de Contadores			
		MAT+AT+MT	25 093	26 722	26 603
		BT			
EMI	1 959 240	2 614 357	3 259 131		
Convencionais	5 040 828	4 401 222	3 770 410		

¹ Subsiste uma linha AT em 130 kV.

6. DESENVOLVIMENTO DE MELHORES PRÁTICAS DE GESTÃO DE ATIVOS

Para responder aos diversos desafios que se colocam à Gestão de Ativos a médio e longo prazo, em que se inclui a evolução da idade média dos ativos de redes e da resposta aos diversos desafios relacionados com a transição energética, a E-REDES tem melhorado continuamente as suas metodologias e modelos de gestão de ativos.

A E-REDES desenvolve estudos analisando o impacto, a longo prazo, das tecnologias associadas à transição energética nas suas redes [8], bem como sobre o uso de dados das redes inteligentes para melhorar os estudos realizados sobre as redes e a sua caracterização [9].

Adicionalmente, a E-REDES usa como referência para avaliação e quantificação de risco o modelo CNAIM (COMMON NETWORK ASSET INDICES METHODOLOGY), desenvolvido sob os auspícios da OFGEM [10].

Baseado numa estrutura de dados que assegura a ligação entre dados de cadastro, técnicos e financeiros, e ainda em sistemas desenvolvidos com o objetivo de integrar dados de ativos de múltiplas fontes, a E-REDES tem desenvolvido projetos tendo por objetivo avaliar de forma mais fidedigna a condição, probabilidade de falha e a vida útil restante dos principais ativos de redes. Esses projetos são desenvolvidos em parceria com entidades científicas como o INESC TEC, em parceria com a unidade de sistemas do Grupo EDP, ou com recursos internos.

Os modelos desenvolvidos permitirão, conforme a sua natureza, apoiar a elaboração de planos de investimento de longo prazo e dimensionar a reserva

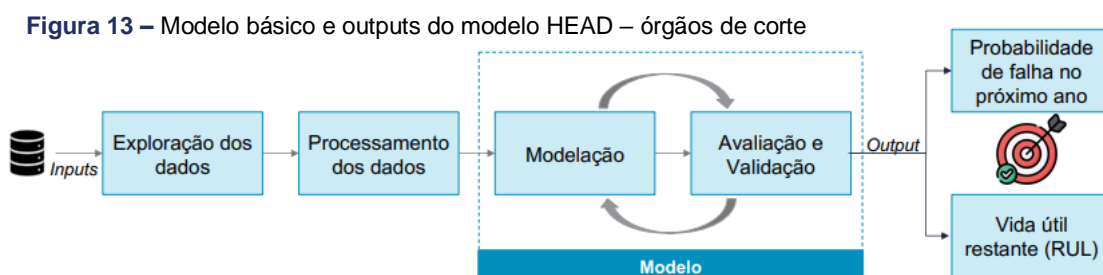
operacional de ativos críticos, ou apoiar o desenvolvimento de políticas de manutenção preditivas. Nas secções seguintes descreve-se sumariamente alguns destes projetos.

6.1. PATH E HEAD

Projetos desenvolvidos com o INESC TEC e que tem como objetivo a avaliação da condição e tempo de vida útil restante de transformadores de potência (PATH), linhas e cabos, transformadores de distribuição e órgãos de corte (HEAD). Estes projetos têm como objetivo apoiar a identificação de necessidades de investimento, o apoio à decisão de reabilitar ou substituir ativos otimizando o TotEx para o ciclo de vida, bem como de dimensionar os volumes de investimento destinados a modernização de ativos.

O projeto PATH [11] permitiu desenvolver um modelo avaliando a condição dos transformadores de potência, probabilidade de falha a um ano e vida útil restante. Estes indicadores permitem perceber a condição de ativos individuais e estimar a evolução do número anual de falhas esperadas dos conjuntos destes ativos.

No projeto HEAD, destaca-se os modelos de avaliação da probabilidade de falha de cada órgão de corte no período de um ano e da sua vida útil, o que permite antecipar órgãos de corte com desempenho inadequado e também dimensionar, numa perspetiva de longo prazo, as necessidades de investimento de modernização destes ativos. O esquema básico do modelo é apresentado na Figura 13.



6.2 MANUTENÇÃO PREDITIVA DE DISJUNTORES MT

A E-REDES e a direção de Digital Global Unit da EDP desenvolveram, através de ferramentas de machine learning, um modelo prevendo a probabilidade de falha a curto prazo de disjuntores MT [12]. Esse modelo foi testado no terreno e servirá de base à definição de uma política de manutenção preditiva destes ativos.

6.3 MODELOS ANALÍTICOS

A E-REDES concluiu em junho de 2020 um projeto de gestão avançada de ativos, denominado Analytics 4 Assets (A4A), aproveitando dados e modelos analíticos para aperfeiçoar os cálculos de índice de saúde e probabilidade de falha de ativos críticos. O projeto A4A foi entregue em 8 meses com uma equipa multidisciplinar com mais de 70 pessoas, de 4 empresas diferentes: E-REDES, DGU Unidade Global Digital do Grupo EDP, LABLEC (laboratório do Grupo EDP) e Accenture.

O âmbito do projeto repartiu-se em oito pilares principais (mVP – produtos mínimos viáveis) porque foi implementado como um Digital Boost: 2 Dashboards projetados em MS Power Bi; 2 modelos analíticos (modelos de probabilidade de falha para disjuntores de alta tensão, e troços de linhas aéreas de alta tensão) e 3 modelos de índice de saúde para os mesmos ativos e para transformadores de potência (baseados na metodologia Common Network Asset Indices), desenvolvidos principalmente em python e pyspark, usando o Azure Databricks; 1 Data Lake.

Este projeto foi impactante porque os modelos desenvolvidos são aplicados a todos os ativos em âmbito (~750 transformadores de potência, ~2.000 disjuntores, ~2.600 seções de linha aérea) com fontes de dados automatizadas permitindo melhorias significativas nas decisões de gestão de ativos. Além disso, contribui para a democratização da informação de suporte à tomada de decisão em toda a organização e alavanca uma cultura orientada para os dados [13].

7.RESULTADOS E FATORES CHAVE DE SUCESSO

A implementação de práticas de gestão de ativos tem permitido à E-REDES dar uma melhor resposta às necessidades dos seus stakeholders, desde logo pela redução significativa das assimetrias de qualidade de serviço, sendo que atualmente a qualidade percebida por um cliente de uma cidade é muito semelhante à de um cliente numa zona mais rural. Ao mesmo tempo nos últimos 13 anos, o tempo de interrupção equivalente da potência instalada na rede MT, indicador de continuidade de serviço, baixou de 121 minutos para 51 minutos, logo cerca de 50%. Por outro lado, a E-REDES é mais eficiente do ponto de vista do setor, visto que o peso médio relativo da componente de distribuição na tarifa final ao consumidor baixou 10 p.p. entre 2010 e 2021. No que se refere às operações, hoje as estratégias de manutenção são mais robustas com inputs relevantes dos modelos de condição, e com incorporação de manutenção preventiva preditiva. Olhando ao investimento, com o apoio dos modelos de vida restante e de apoio à decisão, tem-se verificado uma melhor alocação do CAPEX, não sendo também desprezível o impacto positivo nos indicadores ESG, pelo prolongamento da vida útil dos ativos através de práticas de recondicionamento.

Para alcançar estas conquistas, foi essencial o suporte contínuo da gestão de topo, libertando os recursos necessários à implementação da Gestão da Ativos na empresa, mas também a capacidade de envolver todos os colaboradores, incluindo naturalmente as equipas operacionais. Este envolvimento teve como alicerce a transferência de conhecimento entre gerações, a comunicação consistente e contínua, assim como a promoção do alinhamento entre a estratégia corporativa e as operações. Ao longo do caminho foram sendo nutridas três dimensões fundamentais. Em primeira instância as pessoas, visto que transformação organizacional envolveu a definição de novas atividades, funções e competências. Em segundo lugar, os processos, visto que foi necessário reforçar a orientação da

organização para os mesmos, e o seu alinhamento com as fases do ciclo de vida dos ativos, e também com as atividades de suporte. Por último, a componente dos sistemas, com a reformulação da arquitetura para fazer face aos requisitos da Gestão de Ativos, integrando as dimensões técnicas, geográficas e financeira.

8. O QUE ESPERAR PARA OS PRÓXIMOS ANOS

O contexto macroeconómico global é hoje em dia desafiante, e as incertezas impactam também o setor da energia, tanto do ponto de vista estrutural como conjetural. Desde a disrupção nas cadeias de abastecimento para fazer face às necessidades da transição energética num contexto de escassez de recursos, passando pelos desafios relativos ao talento com a necessidade de criação de 23 milhões de postos de trabalho líquidos no setor até 2030, e naturalmente à pressão inflacionista com impacto no preço dos ativos e nas condições de financiamento, inúmeros desafios se colocam à E-REDES.

Adicionalmente, a rede de distribuição encontra-se já bastante pressionada pela transição energética que é uma realidade. Neste âmbito, verifica-se a duplicação dos processos relativos a autoconsumo, 75% das fontes renováveis do país ligadas à E-REDES, aumento significativo do consumo nos postos de carregamento do veículo elétrico e aumento de 16% nos pedidos de ligação à rede, referindo apenas alguns números ilustrativos.

A E-REDES procura também, perante os desafios associados com a transição energética e eletrificação de consumos energéticos que esta acarreta, traduzindo-se em incerteza quanto à evolução dos consumos de energia elétrica. A mobilidade elétrica é um dos temas que é acompanhado com proximidade, pelo impacto que lhe poderá estar associado ao nível, sobretudo, das redes de BT. Essa realidade obriga ao desenvolvimento de novas ferramentas de análise de redes, como são os princípios de planeamento de redes probabilísticos e com a avaliação da

mobilidade elétrica a longo prazo sobre as redes elétricas – com horizontes suficientemente alargados para que se possa avaliar cenários de mobilidade totalmente descarbonizada [13].

Paralelamente, é crítico modernizar os ativos, visto que em toda a união europeia estes estão a envelhecer [14], e a E-REDES não é exceção, esperando-se que cerca de 30% do investimento até 2027 seja para substituir e reabilitar ativos degradados. Simultaneamente, é relevante capturar poupanças adicionais de OPEX, continuando a trajetória de eficiência dos últimos anos. Assim, facilmente se percebe que a Gestão de Ativos terá um papel crucial na avaliação dos trade-offs que permitirão tomar decisões atempadas e fundamentas, equilibrando os horizontes de curto e médio prazo. Desta forma, a jornada de melhoria continua irá continuar bem viva.

A Gestão de Ativos na E-REDES irá focar-se no desenvolvimento da capacidade de realizar simulações a longo-prazo de forma a otimizar as intervenções de CAPEX e OPEX num horizonte temporal de 10 ou mais anos. Será também revista a metodologia de análise de risco, com particular destaque para a sua monetização, facilitando assim a avaliação dos trade-off risco/custo. Em sinergia, e do lado da manutenção prosseguir-se-á o desenvolvimento de modelos de avaliação da probabilidade de falha, e equacionar-se-á sempre que pertinente a instalação de sensores nos ativos para acompanhamento mais próximo do seu desempenho e condição. Paralelamente, será também colocado foco no desenvolvimento das nossas pessoas em competências relevantes para a Gestão de Ativos, também no envolvimento transversal da empresa nas atividades diárias do Sistema de Gestão de Ativos e, como seria esperar, dar seguimento às não conformidades e oportunidades de melhoria identificadas pelos auditores.

A E-REDES está a desenvolver novas metodologias de avaliação do risco de falha em ativos de redes de distribuição, tomando como referência as metodologias propostas

sob os auspícios do regulador britânico, fogem, conforme descritas na metodologia CNAIM [10]. Esta metodologia visa quantificar o risco em quatro dimensões – Segurança, Ambiente, Desempenho e Financeiro –, sendo, por isso, uma metodologia que permite automatizar o cálculo do risco. Assim, a E-REDES está a desenvolver a sua ferramenta de simulação de redes, desenvolvida pela AmberTREE, incorporando a metodologia. Esta permite, com base na avaliação da saúde e criticidade de cada ativo, relacionando-as com uma probabilidade de falha e uma consequência para cada uma dessas dimensões, retornar o valor em euros do risco de falha dos ativos e posicionar esse risco numa matriz, para avaliação qualitativa. Esta ferramenta apoiará a E-REDES na identificação de necessidades de intervenção baseadas em risco [15].

A implementação do Sistema de Gestão de Ativos focado na melhoria contínua e no ciclo de PDCA permite a identificação mais célere de pontos de melhoria, nomeadamente as referidas supra, com a consequente retificação de situações de modo mais célere. Essa retificação poderá implicar a definição de planos de ação de temas transversais, mas com um ponto em comum: Gestão de Ativos.

9. CONCLUSÕES

A E-REDES logrou, por intermédio de um caminho de melhoria contínua do seu sistema de gestão de ativos alinhado inicialmente com a PAS 55 e, posteriormente, com as normas ISO 55001, obter já em 2022 a certificação na norma ISO 55001. É um marco que atesta a qualidade do seu sistema de gestão de ativos, tendo também o processo de obtenção da certificação constituído mais uma oportunidade para promover a sua melhoria, a sensibilização da organização para a importância da gestão de ativos e seus objetivos, e atestar perante os stakeholders a qualidade desse sistema.

A certificação coloca agora um novo patamar de exigência, sendo necessário assegurar-se o bom funcionamento e a melhoria contínua do sistema de gestão de

ativos implementado, num esforço conjunto de toda a organização.

10. REFERÊNCIAS

- [1] British Standards Institution, PAS55:2008-1 : 2008 - Specification for the optimized management of physical assets, UK: BSI, 2008.
- [2] British Standards Institution, PAS55:2008-1 : 2008 - Guidelines for the application of PAS 55-1, UK: BSI, 2008.
- [3] Instituto Português da Qualidade, NP ISO 55000 2016 Gestão de ativos - Visão geral, princípios e terminologia, IPQ, 2016.
- [4] Instituto Português da Qualidade, NP ISO 55001:2015 Gestão de ativos - Sistemas de gestão - Requisitos, Portugal: IPQ, 2015.
- [5] Instituto Português da Qualidade, NP ISO 5002:2015 Gestão de ativos - Sistemas de gestão - Linhas de orientação para a aplicação da ISO 55001, Portugal: IPQ, 2015.
- [6] E-REDES, “SAMP-PLANO ESTRATÉGICO DE GESTÃO DE ATIVOS,” E-REDES, Portugal, 2022.
- [7] E-REDES, “MANUAL DO SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVOS,” E-REDES, Portugal, 2021.
- [8] P. Prakash, B. C. Tavares, R. Prata, N. Fidalgo, C. Moreira e F. Soares, “Impact of Electric Vehicles in Three-Phase Distribution Grids,” em CIRED 2021 Conference, 2021.
- [9] I. Roca, L. M. Coelho, J. Machado, J. Viais, L. Jorge e R. Prata, “Risk-controlled Planning Methodology: Comparison between Stochastic and Deterministic Approaches,” em CIRED 2020 Berlin Workshop, 2020.

- [10] ofgem, “DNO COMMON NETWORK ASSET INDICES - Version 2.1,” ofgem, 2021.
- [11] M. I. Verdelho, C. Carvalho, L. Pinto Sa, J. V. Ferreira, A. Leitao, L. M. Dias, X. Andrade e L. Guimaraes, “PATH: PREDICTING TRANSFORMER HEALTH,” em CIREC - 25th International Conference on Electricity Distribution, Madrid, 2019.
- [12] M. I. Verdelho, L. Cordeiro, A. F. Ribeiro, A. Pimenta, H. Albuquerque, M. Freitas e P. M. Fernandes, “PREDICTIVE MAINTENANCE OF HV AND MV CIRCUIT BREAKERS,” em CIREC 2021 Conference, 2021.
- [13] M. Freitas, L. Cordeiro, A. Peixoto, J. Mendes, T. Abreu, P. Gomes, A. Neves e A. Delfino, “Analytics 4 assets – the advanced asset management project,” em CIREC - The 26th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution, Online, 2021.
- [14] V. Pereira, G. Santos, F. Lourenço, A. Águas, D. Carvalho e R. Prata, “Probabilistic EV Impact: E-REDES Case Study using Typical Low Voltage Grids,” em CIREC Workshop on E-Mobility and Power Distribution Systems, Porto, 2022.
- [15] Monitor Deloitte; Eurelectric; E.DSO, “Connecting the dots: Distribution grid investment to power the energy transition,” Eurelectric, Brussels, 2021.
- [16] R. Prata, M. Santos, J. Machado e P. M. Carvalho, “Risk Assessment in Large-Scale Distribution Grids: Simulation Software Developments for a Systematic Support to Asset Management,” em CIREC 2022 Shanghai Workshop Conference, Shanghai, 2022.

PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Conflito de interesses: nada a declarar. **Financiamento:** nada a declarar. **Revisão por pares:** Dupla revisão anónima por pares.



Todo o conteúdo da [Revista de Ativos de Engenharia](#) é licenciado sob *Creative Commons*, a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.

RAE

REVISTA DE ATIVOS DE ENGENHARIA



e³ | Revista de Economia
Empresas e
Empreendedores
na CPLP



J² | Jornal Jurídico

JIM
Jornal de Investigação Médica

RAE
REVISTA DE ATIVOS DE ENGENHARIA

REM
REVISTA DE ESTUDOS DO MAR

A PÁTRIA
+
JORNAL DA COMUNIDADE IDENTITÁRIA DE LÍNGUA PORTUGUESA