

Gestão de Ativos de um Complexo Industrial

Rúben Gonçalves Santos

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre
em Engenharia Civil, Área de Especialização em
Gestão da Construção**

Orientador: Professor Jaime António Pires Gabriel Silva

Júri:

Presidente: Maria do Rosário Santos Oliveira, Professora Adjunta, ISEP

Vogal: Jaime António Pires Gabriel Silva, Professor Adjunto Convidado, ISEP

Vogal: José Carlos Castro Pinto-Faria, Professor Adjunto, ISEP

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P. PORTO.

ISEP, Porto, 30 de setembro de 2025

Ruben Gonçalves Santos

Dedicatória

Antes de mais, quero dedicar esta conquista a duas pessoas muito especiais que infelizmente já não estão presentes para a poderem festejar comigo: o meu tio-avô e o meu avô. Ambos sempre me trataram com imenso amor e carinho, fazendo-me sempre sentir o “pequenino” da família.

Tenho a certeza de que estariam cheios de orgulho por me verem alcançar este objetivo!

Resumo

A presente dissertação tem como objetivo propor e aplicar uma metodologia de Gestão de Ativos (GA) a um complexo industrial, tendo em vista a otimização do ciclo de vida dos ativos, a racionalização dos custos globais e a melhoria do desempenho organizacional numa ótica de sustentabilidade empresarial. A relevância do tema advém da crescente exigência das organizações em garantir eficiência operacional, segurança, conformidade normativa e criação de valor a longo prazo.

Após uma revisão do estado da arte, abordando conceitos como ciclo de vida, análise de risco, enquadramento normativo e de maturidade das organizações, foi desenvolvido um modelo de avaliação alinhado com a ISO 55001. Esse modelo foi aplicado a um caso de estudo, no qual foram identificados e caracterizados os principais ativos e serviços associados.

A aplicação permitiu refletir sobre as práticas existentes e demonstrou a necessidade de reforçar estratégias de manutenção preventiva e preditiva, apoiadas pela digitalização e pela monitorização contínua. De forma genérica, constatou-se que a adoção de um plano estruturado de manutenção e renovação contribui para reduzir a exposição a falhas, melhorar a fiabilidade operacional, promover maior sustentabilidade ambiental e potenciar a valorização do empreendimento.

Conclui-se que a implementação progressiva de um Sistema de Gestão de Ativos, segundo a ISO 55001 e adaptado à realidade da organização, representa um caminho viável para aumentar a resiliência, competitividade e sustentabilidade de infraestruturas industriais. Apesar de se tratar de um estudo académico, os resultados obtidos evidenciam o potencial de aplicação prática e constituem um contributo relevante para o desenvolvimento de modelos de gestão integrados no setor.

Palavras-chave: Gestão de Ativos, Manutenção Preventiva e Preditiva, Complexo Industrial.

Abstract

The present dissertation aims to propose and apply an Asset Management (AM) methodology to an industrial complex, with the purpose of optimising asset life cycles, rationalising overall costs, and improving organisational performance within a perspective of corporate sustainability. The relevance of this subject arises from the growing need for organisations to ensure operational efficiency, safety, regulatory compliance, and long-term value creation.

Following a review of the state of the art, covering concepts such as life cycle, risk analysis, regulatory frameworks and organisational maturity, an evaluation model aligned with ISO 55001 was developed. This model was then applied to a case study, in which the main assets and related services were identified and characterised.

The application enabled a reflection on existing practices and highlighted the need to reinforce preventive and predictive maintenance strategies, supported by digitalisation and continuous monitoring. In general terms, it was observed that adopting a structured maintenance and renewal plan contributes to reducing exposure to failures, improving operational reliability, enhancing environmental sustainability, and increasing the overall value of the facility.

It is concluded that the progressive implementation of an Asset Management System, in accordance with ISO 55001 and adapted to the organisation's context, represents a viable path towards greater resilience, competitiveness, and sustainability of industrial infrastructures. Although this is an academic study, the findings demonstrate the potential for practical application and provide a relevant contribution to the development of integrated management models in the sector.

Keywords: Asset Management, Preventive and Predictive Maintenance, Industrial Complex.

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho não representa apenas o término de mais uma etapa académica na minha vida, mas também um motivo de orgulho e reconhecimento pessoal por ter alcançado algo que, até então, nenhum membro da minha família havia tido a oportunidade de concretizar. Este percurso só foi possível graças ao apoio e incentivos constantes que sempre recebi para alcançar todos os objetivos que me desafiei.

Quero expressar a minha mais sincera gratidão a toda a minha família — pais, irmã, avós, tios, primos e padrinhos — com uma menção muito especial à minha mãe, Sandra, que foi um pilar fundamental. A sua força e dedicação deram-me o ânimo necessário para, passo a passo, conseguir conciliar o início da minha vida profissional com a caminhada académica que termina agora na obtenção do grau de Mestre.

Um agradecimento igualmente especial ao Professor e Engenheiro Jaime Gabriel da Silva, que desde as aulas que lecionava me inspirou a envergar pela área da Gestão de Ativos. Enquanto orientador desta dissertação, prestou sempre um apoio incondicional, partilhando a sua vasta experiência e transmitindo ensinamentos que levarei comigo para o futuro.

Ao Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) e, em particular, ao Departamento de Engenharia Civil, agradeço pela formação sólida, pela dedicação exemplar dos seus docentes e pela base de conhecimento que sustentará a minha vida profissional. Aos colegas e amigos que me acompanharam nesta jornada, deixo o meu reconhecimento pela amizade, pela partilha de momentos e pelo apoio em todas as fases deste percurso.

Por fim, manifesto também o meu agradecimento a todos os colegas da Mota-Engil que, ao longo dos últimos dois anos, ajudaram-me a integrar no mercado de trabalho e contribuíram para o desenvolvimento de muitas aprendizagens que certamente me acompanharão ao longo da minha carreira.

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Considerações iniciais	1
1.2	Objetivo e Motivação.....	3
1.3	Metodologia.....	3
1.4	Estrutura do Trabalho	4
1.5	Apresentação do local onde serão aplicados os conceitos estudados.....	4
2	Estado da Arte.....	7
2.1	Conceito de ativo	7
2.2	Ciclo de vida de um ativo e o seu custo.....	7
2.3	Sustentabilidade	10
2.4	Gestão de Ativos	11
2.4.1	Definição.....	11
2.4.2	A importância da Gestão de Ativos	12
2.5	Análise do Risco	14
2.5.1	Análise do Modo e Efeito de Falha	14
2.5.2	Matriz de Risco	19
2.6	Enquadramento das Normas	21
2.6.1	BSI PAS 55	21
2.6.2	ISO 55 000.....	21
2.6.3	ISO 55001.....	22
2.6.4	ISO 55002.....	23
2.6.5	<i>The Institute of Asset Management</i>	23

2.6.6	Maturidade e a sua Avaliação	25
3	Proposta de Modelo.....	33
3.1	Seleção de Critérios	33
3.2	Proposta.....	36
3.3	Indicadores de performance.....	37
3.4	<i>Benchmarking</i>	38
3.5	Análise SWOT.....	39
4	Aplicação do Modelo ao Caso de Estudo	41
4.1	Ativos	41
4.2	Resultados.....	44
4.3	Comentários dos Resultados	46
4.4	Análise SWOT do parque	49
4.5	Digitalização da Gestão de Ativos.....	49
4.5.1	IBM Maximo	50
4.5.2	Infraspeak	50
4.5.3	Criticidade dos Ativos	53
4.5.4	Implementação de manutenção preventiva e preditiva	57
4.6	Plano de Manutenção.....	60
4.6.1	Plano de Renovação de Ativos (CAPEX e OPEX)	60
4.6.2	Investimentos	65
5	Considerações finais.....	68
5.1	Conclusões	68
5.2	Desenvolvimentos futuros.....	68
6	Referência Bibliográficas.....	72

Anexo 1 – Tabela FMEA.....	77
Anexo 2 – Critérios de Seleção ISO 55001.....	80
Anexo 3 – Plano de manutenção.....	88

Lista de Figuras

Figura 1 - Curva PF. Fonte: (Tractian, 2025).....	8
Figura 2 - Curva de custos. Fonte: (Tractian, 2025).....	9
Figura 3 - Relações entre os termos chave. Fonte: (ISO, 2016a)	12
Figura 4 – FMEA. Fonte: (Oliveira, 2016).....	15
Figura 5 -Modelo das 10 capacidades do IAM. Fonte: (IAM, 2024)	25
Figura 6 - Escala de maturidade BSI. Fonte: (IAM, 2014)	26
Figura 7 - Escala de Maturidade ISO 55001. Fonte: (IAM, 2014)	29
Figura 8 - Relação entre os principais elementos de um sistema de GA. Fonte: (ISO, 2016c)	33
Figura 9 - Exemplo plataforma (InfraSpeak, 2024)	51
Figura 10 - Exemplo da plataforma (2) (InfraSpeak, 2024)	51
Figura 11 - Exemplo de dashboards e gráficos da plataforma (InfraSpeak, 2024)	52

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Severidade da Falha (Oliveira, 2016).....	17
Tabela 2 - Detecção da Falha. Fonte: (Oliveira, 2016)	18
Tabela 3 - Matriz de Risco	19
Tabela 4 - Indicadores para Equipamento. Fonte: (Oliveira, 2016)	20
Tabela 5 - Indicadores para Construção Civil. Fonte: (Oliveira, 2016)	20
Tabela 6 - Escala de Maturidade ISO 55001. Fonte: (IAM, 2014).	27
Tabela 7 - Alinhamento das Questões com a ISO 55 001. Fonte: (IAM, 2014)	30
Tabela 8 - Tabela de Resultados.....	44
Tabela 9 - Médias da avaliação de cada critério	46
Tabela 10 - Matriz de Risco Paragem da CBI.....	53
Tabela 11 - Matriz de Risco do Paragem do Grupo Gerador.....	55
Tabela 12 - Matriz de Risco degradação do pavimento	56
Tabela 13 - Matriz de Risco da paragem/degradação de todos os ativos	56
Tabela 14 – Custos Anuais no Ano 0	57
Tabela 15 - Plano de Manutenção Anual	58
Tabela 16 - Plano estratégico para 5 anos	61
Tabela 17 – Custos ao longo dos anos	64
Tabela 18 - Cálculo do ROI.....	66

Acrónimos

Lista de Acrónimos

AMS	<i>Asset Management System</i>
APFM	<i>Associação Portuguesa de Facility Management</i>
APMI	<i>Associação Portuguesa de Manutenção Indústria</i>
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BSI	British Standards Institution
CAPEX	Capital Expenditure
EDP	Energias de Portugal
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ESG	<i>Environmental, social, and corporate governance</i>
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
FM	<i>Facility Management</i>
FMEA	<i>Failure Modes and Effects Analysis</i>
FMECA	<i>Failure Modes, Effects and Criticality Analysis</i>
GA	Gestão de Ativos
GFMAM	<i>Global Forum on Maintenance and Asset Management</i>
IA	Inteligência Artificial
IAM	<i>Institute of Asset Management</i>
IBM	International Business Machines
IC	Inspeção e Controlo
IDC	<i>International Data Corporation</i>

IMMP	Inspeção, Manutenção, Monitorização e Prognóstico
IOT	Internet of Things
IP	Infraestruturas de Portugal
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
MAS	<i>Maximo Application Suite</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
NEWEA	<i>New England Water Environment Association</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OPEX	<i>Operational Expenditure</i>
PAM	Physical Asset Management
PAS	Publicly Available Specification
ROI	<i>Return on Investment</i>
SAMP	<i>Strategic Asset Management Plan</i>
SAP	<i>Systems, Applications and Products in Data Processing</i>
STO	<i>Shutdown, Turnaround and Outage</i>
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i>
TERTIR	Empresa portuguesa de logística portuária
TIR	Transportes Internacionais Rodoviários
TOTEX	<i>Total Expenditure</i>

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Numa economia cada vez mais competitiva e numa sociedade cada vez mais exigente a todos os níveis, torna-se indispensável o cumprimento de uma boa gestão em qualquer organização, visando minimizar os custos e otimizar as suas atividades em prol de um produto final de qualidade (Martins, 2015).

A sociedade contemporânea depende fortemente dos ativos para funcionar de forma eficiente e sustentável. A gestão adequada desses ativos, de modo a maximizar o seu valor e garantir a prestação contínua de bens e serviços no presente e no futuro, constitui a essência da disciplina designada por Gestão de Ativos (GA) (Marujo, 2020).

Os fundamentos conceptuais da gestão de ativos foram sendo moldados ao longo do tempo em diferentes países e contextos culturais, refletindo uma evolução contínua e dinâmica. Esta evolução é impulsionada por fatores diversos, como a transformação dos próprios ativos, as alterações no contexto operativo e a introdução de novos sistemas e tecnologias de gestão (Marujo, 2020).

Nesse sentido, o *British Standards Institution* (BSI) publicou, em 2004, a especificação técnica PAS 55 (*Publicly Available Specification 55*), como resposta inicial a essa necessidade. Posteriormente, em 2014, foi desenvolvida e publicada a série de normas internacionais ISO 55000 / ISO 55001 / ISO 55002 pela *International Organization for Standardization* (ISO), constituindo atualmente a principal referência normativa nesta área (IAM, 2015).

Mais recentemente, em 2024, o *Institute of Asset Management* (IAM) lançou uma atualização significativa do seu quadro de gestão de ativos, alinhada com os desafios emergentes da sustentabilidade, transformação digital e resiliência organizacional, reforçando a importância de uma abordagem integrada e orientada ao ciclo de vida dos ativos (IAM, 2024).

As organizações enfrentam, diariamente, o desafio de equilibrar três variáveis fundamentais na gestão dos ativos físicos: custo, desempenho e risco. No entanto, os sistemas tradicionais de gestão de ativos físicos apresentam frequentemente uma estrutura fragmentada, desenvolvida por áreas funcionais específicas, para uso exclusivo dessas mesmas áreas. Esta abordagem em silos gera impactos relevantes: cria lacunas e sobreposições nos processos de gestão e dificulta a tomada de decisão informada e integrada ao nível organizacional (Marujo, 2020).

Em Portugal, o conceito de gestão de ativos encontra-se ainda numa fase emergente, mas começa a ganhar expressão, nomeadamente com o lançamento da versão portuguesa da família de normas ISO 55000, promovido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) em colaboração com a Associação Portuguesa de Manutenção Industrial (APMI) (Marujo, 2020).

Algumas organizações nacionais têm vindo a destacar-se na adoção de uma abordagem integrada de gestão de ativos, assumindo um papel pioneiro neste domínio. Entre estas, destacam-se entidades como a Infraestruturas de Portugal (IP) e a Energias de Portugal (EDP), que já implementaram estratégias alinhadas com os princípios da gestão moderna de ativos (Marujo, 2020).

No sector público, Portugal enfrenta desafios particularmente exigentes neste contexto, nomeadamente:

- Um património de infraestruturas públicas de elevado valor e complexidade, em parte significativo com sinais de degradação, que exige uma gestão eficaz, racional e sustentável;
- A necessidade de assegurar a conservação do valor desses ativos, garantindo a continuidade e qualidade dos serviços públicos prestados;
- A prevalência de baixos níveis de reabilitação e renovação, o que compromete a resiliência e longevidade das infraestruturas existentes;
- A urgência de alterar o paradigma da gestão, transitando de modelos reativos para abordagens planeadas e baseadas no ciclo de vida.

A nível internacional, a gestão eficaz de ativos públicos deixou de ser uma opção para se tornar uma necessidade crítica. Tal como refere (Davis, 2016), as sociedades em diferentes estágios de desenvolvimento enfrentam desafios distintos, mas igualmente relevantes:

- As economias emergentes procuram identificar estratégias que maximizem os benefícios imediatos com o menor custo possível;
- Os países em rápido crescimento deparam-se com a necessidade de compreender e gerir os custos associados ao ciclo de vida das infraestruturas que estão a desenvolver;
- As economias maduras procuram formas de prolongar a vida útil dos seus ativos existentes, enquanto enfrentam desafios globais complexos, como as alterações climáticas e a degradação ambiental;
- A aplicação dos princípios da gestão de ativos constitui uma estrutura metodológica robusta, capaz de suportar decisões estratégicas em todos estes contextos. A sua implementação tem o potencial de melhorar significativamente a qualidade de vida das populações, promovendo serviços públicos mais eficazes, infraestruturas mais resilientes e uma gestão mais sustentável dos recursos.

1.2 OBJETIVO E MOTIVAÇÃO

O objetivo deste estudo, intitulado de “Gestão de Ativos de um Complexo Industrial”, consiste em estruturar uma metodologia de análise dos custos e proveitos anuais associados à gestão de um complexo. Pretende-se, através da implementação de práticas de manutenção preditiva de todos os equipamentos, aumentar os proveitos e reduzir de forma significativa os custos, garantindo simultaneamente a máxima eficiência operacional e minimizando as interrupções no funcionamento do parque.

O trabalho desenvolvido ao longo deste período não só pelo meu elevado interesse na área de Gestão de Ativos, mas também pela relevância prática que as aprendizagens adquiridas poderão ter na minha atual função na empresa. A possibilidade de aplicar os conhecimentos teóricos no contexto real do parque representará uma oportunidade vantajosa para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

1.3 METODOLOGIA

O âmbito deste trabalho centra-se, essencialmente, na avaliação dos processos de gestão de ativos que estão intrinsecamente ligados às categorias de ativos, tal como referido no Capítulo 2. Considerou-se, assim, que todas as categorias de ativos descritas na família de normas ISO 55000 exercem um impacto direto sobre a gestão otimizada dos ativos.

Embora fatores humanos como a liderança, motivação e cultura organizacional não sejam abordados de forma detalhada no âmbito desta investigação, reconhece-se que são elementos fundamentais para alcançar uma gestão de ativos eficiente e sustentável. Estes fatores são relevantes para todos os intervenientes, incluindo proprietários, gestores, colaboradores, contratados e fornecedores, e devem ser considerados em qualquer abordagem abrangente à gestão de ativos.

A metodologia seguida neste trabalho estrutura-se em quatro etapas principais:

- Etapa 1: Revisão do estado da arte da gestão de ativos;
- Etapa 2: Conceção de um modelo de avaliação;
- Etapa 3: Aplicação do modelo a um caso concreto;
- Etapa 4: Identificação de oportunidades de melhoria.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação organiza-se em cinco capítulos principais, acompanhando a metodologia previamente descrita e demonstrando a fluidez entre as diferentes fases do estudo.

No âmbito da aplicação prática, recorre-se a uma ferramenta do IAM para efetuar uma avaliação do estado atual da gestão de ativos físicos de um parque industrial específico. Esta análise permite estabelecer um ponto de partida realista para a otimização futura da gestão dos ativos em causa.

Cada ativo pertencente ao parque foi devidamente identificado e caracterizado, com o objetivo de recolher informação detalhada sobre o seu desempenho, custos de manutenção, consumos associados e, sempre que possível, o respetivo rendimento operacional. Esta informação é essencial para permitir uma análise técnica aprofundada.

Procede-se ainda à avaliação do risco associado a cada ativo, possibilitando determinar o seu grau de criticidade e a necessidade de manutenção ou substituição. Esta etapa é determinante para a priorização de intervenções e para a definição estratégica da alocação dos recursos financeiros, contribuindo para a prevenção de custos acrescidos decorrentes de falhas inesperadas.

Os resultados obtidos, permitem desenvolver um plano faseado de intervenção, com uma projeção a cinco anos, contemplando as ações de manutenção, reabilitação ou substituição consideradas prioritárias. Este planeamento constitui o fundamento da estruturação do sistema de gestão de ativos, permitindo posteriormente a implementação das medidas propostas, em alinhamento com a metodologia definida ao longo do estudo.

1.5 APRESENTAÇÃO DO LOCAL ONDE SERÃO APLICADOS OS CONCEITOS ESTUDADOS

Ao longo deste trabalho será desenvolvido um estudo de caso, baseado na análise de um Complexo Industrial que servirá como exemplo para a aplicação do modelo de gestão de ativo proposto. O referido complexo corresponde a um Parque de Transportes Internacionais Rodoviários (TIR), com uma área total de aproximadamente 200 000 m².

Considerando que o autor exerce funções de associadas à gestão de ativos e gestão dos clientes deste parque, o mesmo foi selecionado como um exemplo particularmente relevante e apropriado para demonstrar a aplicabilidade prática do modelo de gestão de ativos que será apresentado e desenvolvido ao longo desta dissertação.

O funcionamento deste parque caracteriza-se pela receção diária de camiões com contentores provenientes do Porto de Leixões, do Aeroporto Sá Carneiro ou de diversos pontos da Europa, no caso de percursos realizados por via terrestre. A carga dos contentores é descarregada nos vários armazéns existentes no parque, onde as empresas distribuidoras procedem ao encaminhamento do material. Este é posteriormente transportado em veículos mais adequados à sua natureza e destino

final, podendo tratar-se de setores como cosmética, vestuário, construção, produtos farmacêuticos ou agrícolas, entre outros. Considerando que o autor exerce funções de gestão neste parque, o mesmo foi selecionado como um exemplo particularmente relevante e apropriado para demonstrar a aplicabilidade prática do modelo de gestão de ativos que será apresentado e desenvolvido ao longo desta dissertação.

O parque conta com:

- Parques de veículos pesados;
- Parque de contentores;
- Escritórios;
- Armazéns;
- Portaria;
- Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC);
- Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR);
- Central de bombagem de incêndio (CBI);
- Grupo Gerador;
- Posto de transformação;
- Quadros elétricos;
- Extintores e Carreteis;
- Espaços Verdes

Embora não sejam classificados como ativos, determinados serviços podem igualmente ser considerados, uma vez que são fundamentais para o bom funcionamento do parque:

- Recolha de lixo;
- Limpeza do parque;
- Segurança;
- Desinfestação.

2 ESTADO DA ARTE

Nesta fase inicial, procedeu-se a uma revisão bibliográfica extensa, com o objetivo de clarificar o conceito de gestão de ativos em diversos contextos e compreender os motivos subjacentes à adoção desta abordagem pelas organizações. A análise incidiu particularmente sobre o impacto da gestão de ativos na estrutura organizacional, abordando temas centrais como a gestão do custo do ciclo de vida, a gestão de riscos e o desempenho dos ativos.

2.1 CONCEITO DE ATIVO

Definir este conceito pode ser bastante difícil e pode ter várias perspetivas diferentes. Se for pela literatura inglesa Ativo significa “qualidade, competência ou pessoa valiosa ou útil; ou algo de valor que possa ser utilizado ou alienado para pagamento de dívidas”. Isto abranger vários desde aspetos humanos até componentes financeiros, evidenciando desde logo a multiplicidade de dimensões ao termo (Marujo, 2020).

Uma definição consensual para ativo é a que consta na norma ISO 55000, (ISO, 2016a), referência internacional para a gestão de ativos que define ativo como “um bem, uma coisa ou uma entidade que possui um valor potencial ou real para uma organização”. Este valor pode assumir diferentes formas — tangíveis ou intangíveis, financeiras ou não financeiras — e varia conforme a organização e as partes interessadas envolvidas.

2.2 CICLO DE VIDA DE UM ATIVO E O SEU CUSTO

A vida útil de um ativo é determinada por diversos fatores, desde as suas características físicas definidas na fase de projeto até à forma como é utilizado e mantido ao longo do tempo. Com o envelhecimento natural dos equipamentos, é expectável que surjam necessidades crescentes de manutenção e, em alguns casos, de renovação completa. Esta última pode, por vezes, revelar-se mais económica do que a aquisição de novos equipamentos, garantindo simultaneamente a continuidade da sua funcionalidade. Contudo, ativos que, apesar de operacionais, apresentam falhas frequentes tornam-se pouco fiáveis, comprometendo a eficiência global do sistema. Assim, uma abordagem centrada apenas na manutenção mostra-se insuficiente, sendo essencial adotar estratégias de gestão que promovam a eficiência e o desempenho sustentável dos ativos ao longo de todo o seu ciclo de vida (Infraspeak, 2022).

Ao registar a informação num software adequado à gestão do desempenho dos ativos ao longo da sua vida útil, torna-se possível acompanhar as atividades operacionais, os custos associados e o respetivo retorno do investimento. Este processo permite maximizar o valor do ativo e garantir que os resultados obtidos se encontram alinhados com os objetivos estratégicos da organização.

É também importante conhecer o conceito de gestão das instalações, *facility management* (FM) que pode ser definido por um conjunto de práticas que asseguram num edifício, condições de qualidade e conforto para os seus utilizadores, contribuindo assim para o aumento da produtividade. Para além deste objetivo. Em termos globais, o FM constitui um sistema de apoio dentro da organização, concebido para melhorar a eficiência das suas atividades principais (Fernandes, 2020).

Segundo (Tractian, 2025), que é uma empresa focada no desenvolvimento de *hardware* e *software* para o FM, entende-se que umas das ferramentas mais importantes para um plano de manutenção é a curva PF (*Potential Failure*), onde é possível representar a evolução da condição de um equipamento ou componente até à ocorrência de uma falha, evidenciando a relevância da aplicação de técnicas de manutenção ao longo de todo o seu ciclo de vida. Note-se que foi possível verificar a noção da curva PF em outros autores (e.g. (Mayers, 2018)).

Esta gestão entende que umas das ferramentas mais importantes para um plano de manutenção é a curva PF, onde é possível representar a evolução da condição de um equipamento ou componente até à ocorrência de uma falha, evidenciando a relevância da aplicação de técnicas de manutenção ao longo de todo o seu ciclo de vida.

Como se pode observar na figura 1, o ponto P é considerado o momento que podem ocorrer falhas potenciais, como por exemplo a queda de pressão de uma bomba, situações comuns que não comprometem por completo o funcionamento do ativo, apenas diminuem o seu rendimento.

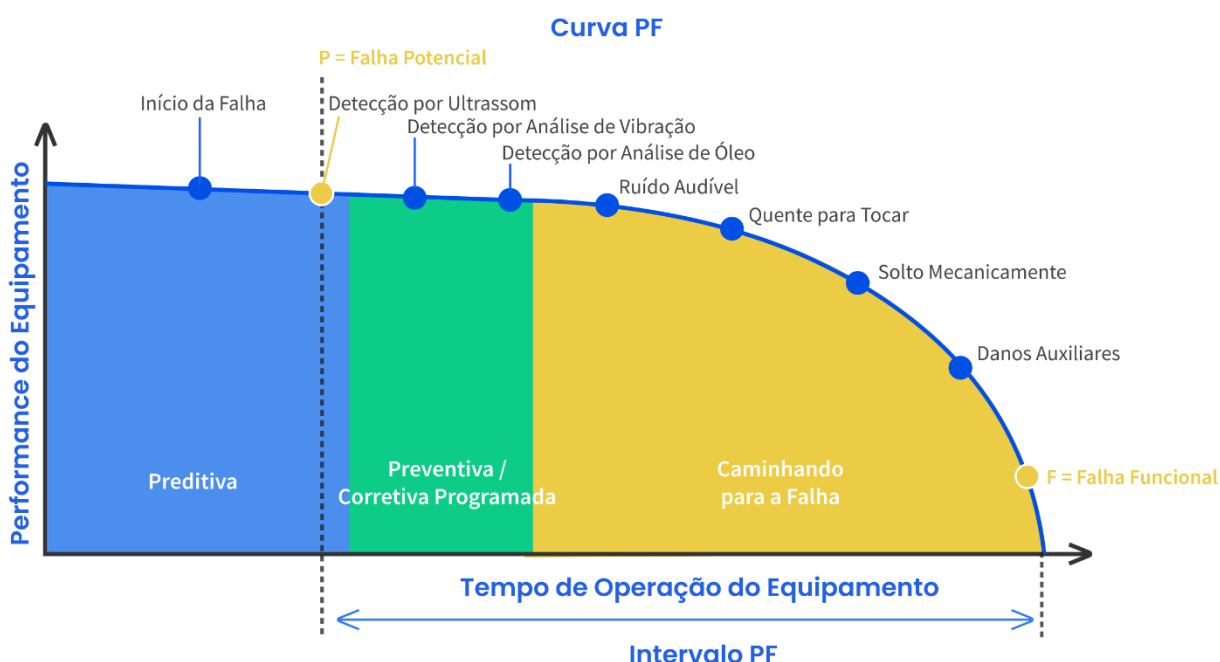


Figura 1 - Curva PF. Fonte: (Tractian, 2025).

Por outro lado, o ponto F já significa que devido a não serem realizadas intervenções ou manutenções em certas anomalias, estas por muito pequenas que possam ser podem levar a uma falha total do equipamento (Tractian, 2025a).

Quanto mais tempo se demora a identificar e corrigir uma falha, maior será o custo da sua reparação. A Figura 2 demonstra a relação inversa da curva dos custos com a curva P-F, onde a dos custos aumentou significativamente no momento que a outra atinge o ponto F.

Manter um plano de manutenção preditiva representa um gasto muito inferior ao de reparar um equipamento já avariado. Com a manutenção preventiva e o apoio do software adequado, é possível prever custos, estimar tempos de execução e detetar falhas ainda numa fase inicial, tornando a correção mais simples e barata.

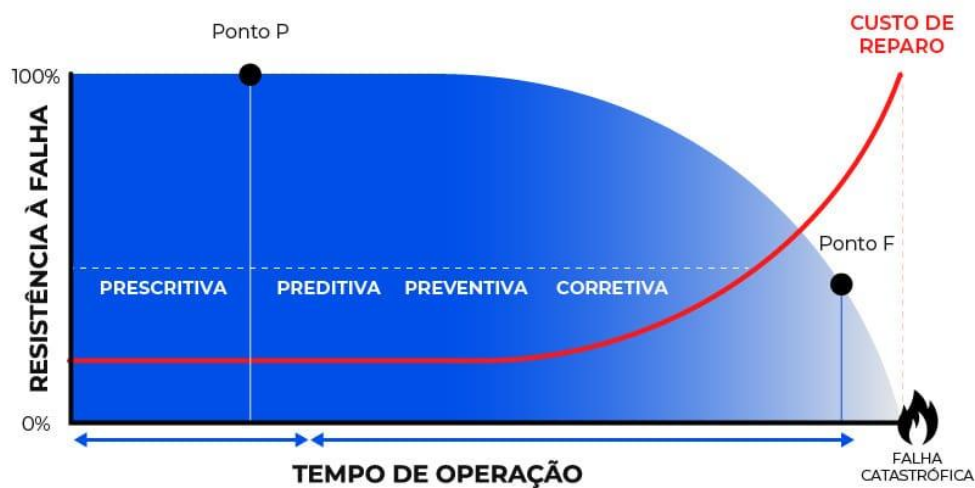


Figura 2 - Curva de custos. Fonte: (Tractian, 2025)

Pelo contrário a manutenção corretiva implica perdas significativas, desde logo pelo lucro cessante devido à paragem da produção.

Considerando os custos de ciclo de vida, desde a aquisição até ao descarte do equipamento, a manutenção preditiva é essencial para reduzir esse valor ao mínimo. Assim, no contexto da monitorização da condição dos ativos, aplica-se a máxima: “quanto mais cedo o diagnóstico, menores os custos” (Tractian, 2025a).

2.3 SUSTENTABILIDADE

No panorama atual, a sustentabilidade deixou de constituir uma opção secundária para se afirmar como uma exigência inadiável. A pressão resultante das alterações climáticas, da escassez de recursos naturais e do aumento da consciência ambiental e social tem conduzido organizações e investidores a redefinir prioridades e modelos de atuação. Neste contexto, GA assume-se como um instrumento estratégico fundamental, assegurando que as decisões de investimento incorporam, de forma consistente, critérios ambientais, sociais e de governação (Nextbitt, 2025). As empresas que implementam uma GA eficaz encontram-se mais bem preparadas para enfrentar a ocorrência de desastres naturais ou desafios de natureza social. A longo prazo, e segundo diversos estudos, tendem a superar os seus concorrentes, proporcionando conseqüentemente maiores retornos financeiros aos investidores (Nextbitt, 2025)..

Para atingir estes objetivos de desempenho, (Marujo, 2020) identifica três dimensões essenciais para as organizações:

- Projetos – o desenvolvimento sustentável deve ser integrado em todas as fases do ciclo de vida do projeto, minimizando riscos desde a sua conceção;
- Ativos – o ciclo de vida dos ativos deve ser gerido com vista a reduzir custos de manutenção e garantir um desempenho sustentável;
- Produtos – a forma como os produtos e materiais são utilizados ao longo do projeto pode ter um impacto direto no ambiente e na economia.

Na perspetiva do autor, em função dos documentos analisados para o desenvolvimento deste trabalho a GA não deve ser encarada apenas como um meio de atingir metas de sustentabilidade ou de cumprir certificações. Pelo contrário, deve ser entendida como uma prática contínua, fundamentada dentro das normas e das boas práticas existentes, que de forma indireta contribui para o desenvolvimento sustentável. Assim, uma organização que, ano após ano, procure melhorar a sua gestão estará, de forma natural e consistente, a gerar um contributo positivo para o ambiente e para a sociedade.

Importa, contudo, sublinhar que a conformidade normativa (ISO 55000, ISO 14001, entre outras) não deve ser vista apenas como um formalismo ou instrumento de *marketing*. Existe hoje o risco de algumas empresas utilizarem certificações como estratégia de comunicação (*greenwashing*), em vez de promoverem mudanças estruturais reais. O verdadeiro valor da certificação está na sua capacidade de garantir consistência, credibilidade e transparência nos processos de gestão.

Neste sentido, ao alinhar a melhoria contínua em gestão com práticas de sustentabilidade, a organização não só contribui de forma efetiva para a preservação ambiental e para o desenvolvimento sustentável, como também reforça a sua competitividade e reputação, criando valor acrescentado para todas as partes interessadas.

2.4 GESTÃO DE ATIVOS

2.4.1 Definição

Uma pesquisa simples na internet pelo termo “Gestão de Ativos” revela uma diversidade de resultados, predominantemente associados ao sector financeiro e de investimentos. No entanto, também emergem múltiplas variações relacionadas com a gestão de ativos físicos, tais como: gestão estratégica de ativos, gestão de ativos de infraestruturas, gestão de ativos imobiliários, entre outras. Estas variantes apresentam-se, frequentemente, como casos particulares ou com distinções específicas. Ainda assim, os qualificativos utilizados não modificam o princípio fundamental da gestão de ativos, que permanece coerente independentemente da tipologia dos ativos em questão (IAM, 2015).

Naturalmente, o foco principal deste trabalho incide sobre a gestão de ativos tangíveis, ou seja, ativos físicos. Neste enquadramento, a gestão de ativos físicos abrange todas as fases do seu ciclo de vida, desde a fase de planeamento até à desativação ou substituição.

Este processo envolve a planificação estratégica dos ativos necessários ao cumprimento dos objetivos organizacionais, a aquisição e instalação desses ativos, o acompanhamento contínuo do seu desempenho, bem como a tomada de decisões fundamentadas relativamente à sua manutenção, renovação ou substituição. Trata-se, pois, de uma abordagem abrangente que visa garantir a eficiência operacional e a sustentabilidade a longo prazo dos ativos sob gestão.

A norma internacional que regula e estrutura os princípios e práticas da GA que será apresentada em detalhe à frente, é a ISO 55000 ao qual define as diretrizes fundamentais para a implementação de sistemas de gestão de ativos eficazes (Infraspeak, 2023).

Historicamente, o termo “gestão de ativos” começou a ser utilizado pelas organizações no Reino Unido no início da década de 1990, como forma de descrever os seus processos de otimização e racionalização da gestão de recursos físicos. Esta evolução é acompanhada e sustentada pelo *Institute of Asset Management* (IAM), que reconhece que os princípios da gestão de ativos remontam a milhares de anos, embora tenham adquirido uma abordagem mais sistematizada e normatizada apenas nas últimas décadas. Através da análise da evolução histórica da gestão de ativos, é possível verificar que esta disciplina se foi moldando ao longo do tempo, aprendendo com outras áreas do conhecimento e integrando práticas provenientes de disciplinas como a engenharia, a contabilidade, a gestão de operações e a análise de risco, culminando num modelo interdisciplinar e dinâmico (Santos, 2018). Como a (ISO, 2016a) indica é importante não confundir a GA com sistema de gestão de ativos, pois este último é para a organização dirigir, controlar e coordenar as atividades da gestão de ativos, assegura que todos os objetivos sejam atingidos. Aspectos como liderança, a cultura e a motivação que tem uma influencia significativa nos cumprimentos dos objetivos, não podem ser formalizadas pelo sistema, como tal, poderão ser geridos por acordos externos.

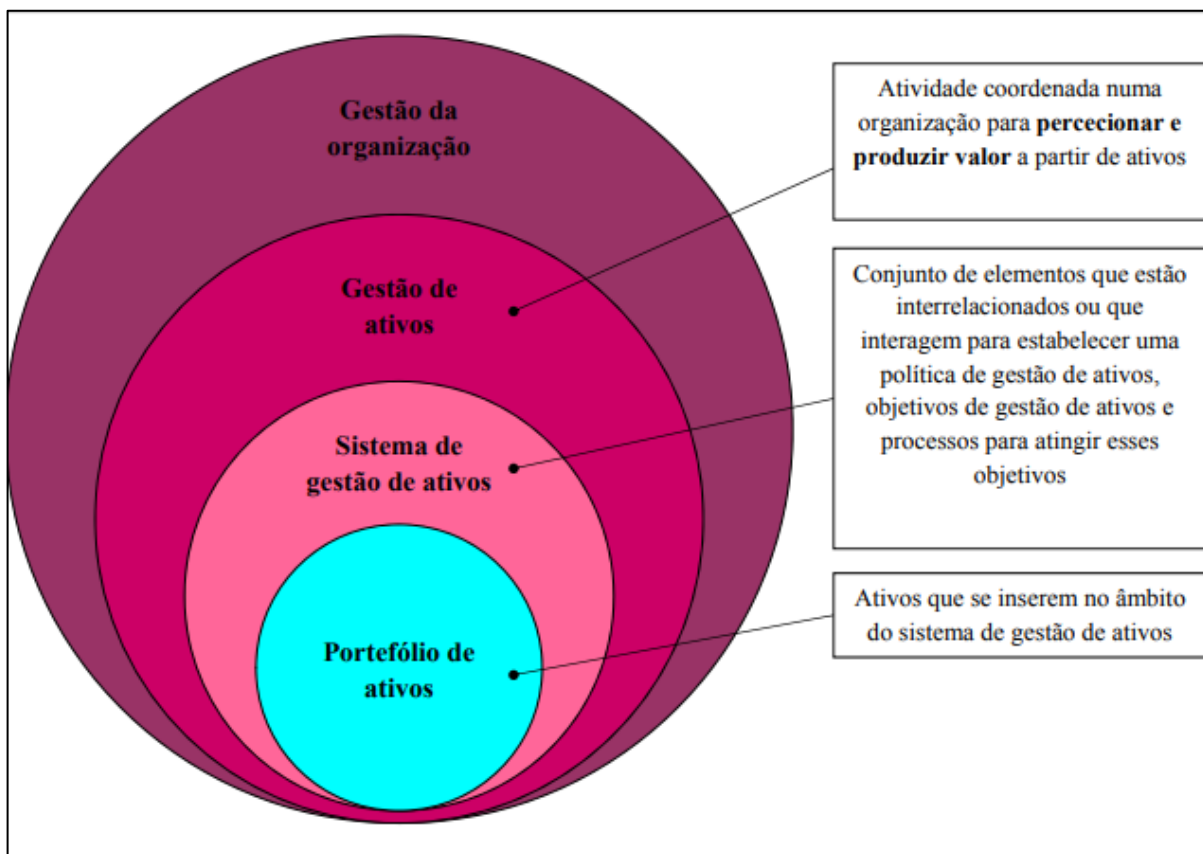


Figura 3 - Relações entre os termos chave. Fonte: (ISO, 2016a)

2.4.2 A importância da Gestão de Ativos

Um dos benefícios mais significativos da gestão de ativos consiste na disponibilização de uma abordagem estruturada para o planeamento de investimentos, permitindo identificar as soluções mais economicamente eficientes para garantir níveis de serviço aceitáveis ao longo de todo o ciclo de vida dos ativos, minimizando, simultaneamente, os riscos associados (NEWEA, 2019).

De acordo com a norma (ISO, 2016a), a implementação de uma estrutura organizada de gestão de ativos permite às organizações alcançar uma série de benefícios estratégicos e operacionais, entre os quais passo a citar:

“a) Melhoria do desempenho financeiro: possibilita o aumento do retorno sobre os investimentos e a redução dos custos operacionais, assegurando a preservação do valor dos ativos sem comprometer o alcance dos objetivos organizacionais, tanto a curto como a longo prazo;

b) Decisões de investimento mais informadas: contribui para a melhoria do processo de tomada de decisão, promovendo um equilíbrio eficaz entre custos, riscos, oportunidades e desempenho;

c) Gestão eficaz do risco: favorece a redução de perdas financeiras, o reforço das condições de saúde e segurança, a minimização de impactos ambientais e sociais, e a diminuição de passivos, como prémios de seguros e sanções legais;

d) Melhoria dos produtos e serviços: a garantia do desempenho dos ativos pode resultar em produtos e serviços de maior qualidade, capazes de satisfazer — ou mesmo superar — as expectativas dos clientes e demais partes interessadas;

e) Demonstração de responsabilidade social: reforça a capacidade da organização para adotar práticas responsáveis, como a redução de emissões, a conservação de recursos e a adaptação às alterações climáticas, promovendo uma gestão ética e sustentável;

f) Evidência de conformidade: assegura a conformidade transparente com os requisitos legais, regulamentares e normativos, bem como com as políticas internas e os processos da própria gestão de ativos;

g) Reforço da reputação institucional: resulta numa maior satisfação dos clientes, fortalecimento da confiança das partes interessadas e melhor percepção pública da organização;

h) Aumento da sustentabilidade organizacional: uma gestão eficaz dos efeitos, custos e desempenho a curto e longo prazo contribui para a sustentabilidade global das operações e da estrutura organizacional;

i) Maior eficiência e eficácia: a revisão e otimização contínua dos processos, procedimentos e desempenho dos ativos potencia ganhos significativos de eficiência e eficácia, promovendo a concretização dos objetivos estratégicos da organização”.

Exemplos:

Com a implementação de um sistema da GA em conformidade com a ISO 55001, os benefícios anuais nos custos operacionais totais foram estimados entre 1% e 8% do valor global da despesa. Adicionalmente, os custos de renovação registaram uma redução de cerca de 20% ao longo de cinco anos (AMCL, 2018).

Contudo, existem outros benefícios cuja medição é mais complexa, embora possam ser igualmente relevantes do ponto de vista do desempenho financeiro ou organizacional, como a melhoria da reputação institucional e o aumento da satisfação dos clientes e das partes interessadas.

Adicionalmente, embora diversos benefícios possam ser observados no curto prazo, é importante salientar que as poupanças relacionadas com o custo do ciclo de vida completo dos ativos podem apenas materializar-se ao longo de vários anos (IAM, 2024).

Segundo o IAM há uma crescente evidência internacional de que uma GA eficaz constitui uma capacidade diferenciadora para as organizações, contribuindo para:

- Garantir a segurança da operação;
- Assegurar o cumprimento das obrigações legais e regulamentares;
- Avaliar estratégias empresariais futuras, tendo em conta diferentes níveis de desempenho, custo e perfis de risco aceitáveis;
- Otimizar a relação custo-benefício dos ativos ao longo de todo o seu ciclo de vida.

2.5 ANÁLISE DO RISCO

A Análise de Risco constitui um elemento essencial na gestão proativa de ativos, visando identificar e compreender as suas causas, efeitos e probabilidade de ocorrência. O seu propósito é otimizar o controlo desses riscos, mitigando-os até um nível considerado aceitável e devidamente controlado (Pinto, 2018).

2.5.1 Análise do Modo e Efeito de Falha

Um ponto de partida adequado consiste na aplicação de uma metodologia para análise de risco como por exemplo a Análise do Modo e Efeito de Falha ou *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Esta metodologia identifica os potenciais modos de falha e define tarefas de manutenção que previnam a sua ocorrência (Santos, 2018). O mesmo autor refere, que o princípio central de uma abordagem baseada no risco reside na compreensão dos compromissos entre manutenção, custos e riscos associados a um ativo em processo de deterioração. Quando corretamente aplicadas, estas técnicas podem contribuir para a criação de planos de manutenção robustos, justificáveis tanto sob a perspetiva económica como do risco para as partes interessadas. É fundamental que o planeamento e a execução das atividades de manutenção sejam devidamente otimizados, assegurando o cumprimento dos requisitos de desempenho e serviço com o menor custo possível ao longo do ciclo de vida dos ativos.

De acordo com a (Oliveira, 2016), existe outra metodologia a FMECA, Análise do Modo e Efeito de Falha e da Criticidade, que é uma evolução da FMEA, que acrescenta à análise inicial a classificação de cada modo de falha identificado, de acordo com a sua importância ou criticidade.



Figura 4 – FMEA. Fonte: (Oliveira, 2016)

Segundo (Oliveira, 2016) a apreciação do risco divide-se em 3 partes:

- **Identificação do Risco** – processo de pesquisa, de reconhecimento e de descrição dos riscos. Envolve as identificações da fonte de risco, dos eventos, respetivas causas e potenciais consequências.
- **Análise do Risco** – Processo destinado a compreender a natureza do risco e a determinar o nível do risco. Fornece a base para a avaliação do risco e as decisões sobre o tratamento do risco. Inclui também a estimativa do risco.
- **Avaliação do Risco** – Processo de comparação de resultados da análise do risco com os critérios do risco para determinar se o risco e/ou a respetiva magnitude é aceitável ou tolerável.

O cálculo do risco, segundo (Oliveira, 2016) é o seguinte:

$$\text{Risco} = \text{Consequência (Criticidade)} \times \text{Verossimilhança (Probabilidade)}$$

O nível de risco é a magnitude de um risco ou combinação de riscos, expressa em termos da combinação de consequências (criticidade) e respectivas verossimilhanças (probabilidade).

Critérios do risco são os termos de referência em relação aos quais a significância de um risco é avaliada.

Com base no descrito do trabalho da (Oliveira, 2016), as etapas de aplicação da FMEA/FMECA são:

I. Planejamento

- a) Definição do âmbito e objetividade da análise;
- b) Constituição da equipa de análise;

II. Análise de Falhas

- a) Caracterização do produto/processo a ser sujeito à FMECA;
- b) Composição do produto/processo nos seus componentes ou fases;
- c) Definição da função de cada componente ou fase;
- d) Resposta para cada componente ou fase enumerado a:
 - ✓ Como pode cada componente falhar?
 - ✓ Que mecanismos poderão produzir esses modos de falha?
 - ✓ Que efeitos poderão existir se ocorrerem as falhas?
 - ✓ A falha é inofensiva ou prejudicial?
 - ✓ Como é detetada a falha?

III. Avaliação dos Riscos

Índice de Criticidade do modo - em Sistemas

O índice de criticidade (IC) é calculado a partir da multiplicação da probabilidade da falha acontecer com a taxa da falha e o tempo de funcionamento do sistema.

Por norma é aplicado a falhas de equipamentos para as quais cada um destes termos pode ser definido quantitativamente e os modos de falha têm todos a mesma consequência.

Nível de Risco - em Sistemas/Processos

É obtido por combinação de um modo de falha ocorrido com a probabilidade da falha:

Nível do Risco = Consequência do modo de falha ocorrido x Probabilidade da falha

É utilizado quando as consequências dos diferentes modos de falha diferem e pode ser aplicado a sistemas de equipamentos ou a processos. Pode ser expresso qualitativamente ou quantitativamente.

Número de Prioridade do Risco (NPR) - em Produto/Processo

É uma medida semi quantitativa da criticidade, obtida pela multiplicação de números de escalas de classificação de 1 a 10 para a consequência da falha, a verossimilhança da falha e a capacidade para detetar o problema (é atribuída uma maior prioridade a uma falha se for difícil de detetar).

$$\text{NPR} = \text{Severidade (S)} \times \text{Ocorrência (O)} \times \text{Deteção (D)}$$

Tabela 1 - Severidade da Falha (Oliveira, 2016)

Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	O cliente mal percebe que a falha ocorreu;
2 3	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente;
4 5 6	Moderada	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente
7 8	Alta	Sistema deixa de funcionar e grande descontentamento do cliente
9 10	Muito Alta	Idem ao anterior porém afeta a segurança

Tabela 2 - Detecção da Falha. Fonte: (Oliveira, 2016)

Índice	Deteção	Critério
1 2	Muito Grande	Certamente será detetado
3 4	Grande	Grande probabilidade de ser detetado
5 6	Moderada	Provavelmente será detetado
7 8	Pequena	Provavelmente não será detetado
9 10	Muito Pequena	Certamente não será detetado

IV. Ações Corretivas ou Melhoria

Após a identificação dos modos de falha e respetivos mecanismos, é possível definir ações corretivas e implementar melhorias direcionadas aos modos de falha mais relevantes.

Nesta etapa, a equipa de análise elabora uma lista de todas as medidas possíveis para reduzir os riscos, que podem incluir (Oliveira, 2016):

- Ações que eliminem totalmente o tipo de falha;
- Ações que eliminem por completo a causa da falha;
- Medidas que dificultem a ocorrência da falha;
- Medidas que limitem os efeitos da falha;
- Ações que aumentem a probabilidade de deteção do tipo ou da causa da falha.

O Anexo 1 apresenta uma tabela FMEA onde se utilizou alguns dos ativos deste complexo para entender o funcionamento e aplicabilidade este método.

2.5.2 Matriz de Risco

Antes da elaboração de planos, torna-se essencial analisar a criticidade dos ativos e os riscos a eles associados, recorrendo, por exemplo, à sua representação através de uma matriz de risco. Esta ferramenta é amplamente utilizada, sobretudo pela facilidade de interpretação proporcionada pela sua representação gráfica. A matriz de risco pode ainda ser atualizada considerando a avaliação da condição dos ativos ou, na ausência desta informação, a sua idade (Santos, 2018). De acordo com este autor ele considera probabilidade para verossimilhança e criticidade para consequência. Os níveis de risco variam entre 1, correspondente a risco muito baixo, e 25, correspondente a risco muito alto.

Tabela 3 - Matriz de Risco

Verossimilhança	5	Muito Alta	5	10	15	20	25
	4	Alta	4	8	12	16	20
	3	Moderada	3	6	9	12	15
	2	Baixa	2	4	6	8	10
	1	muito Baixa	1	2	3	4	5
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto	
		1	2	3	4	5	
		Consequência					

Riscos Elevados

É indispensável agir rapidamente para controlar e diminuir os riscos

Riscos Intermédios

As ações previstas não são vistas como prioritárias ou imediatas.

Riscos Aceitáveis

Não se justificam medidas de tratamento do risco.

A título de exemplo apresentam-se duas tabelas retiradas dos apontamentos da (Oliveira, 2016) com os indicadores e métricas que podem ser utilizados.

Tabela 4 - Indicadores para Equipamento. Fonte: (Oliveira, 2016)

	Critério	Indicador	Peso	Métrica	Pontuação
Probabilidade	Desempenho Real	Grau de Obsolescência	10%	Sem Problemas	1
				Dificuldade na obtenção de peças de reserva	3
				Descontinuados sem peças de reserva	5
		Nível de utilização da capacidade instalada	20%	Nível < 0,6	1
				0,6 < Nível < 0,7	2
				0,7 < Nível < 0,8	3
				0,8 < Nível < 0,9	4
				Nível > 0,9	5
		Número e Gravidade das Anomalias	30%	Impacto Reduzido	1
				Impacto Médio	3
				Impacto Elevado	5
		Adequação à Exploração	40%	Adequado	1
				Adequado com limitações	3
				Não Adequado	5

Tabela 5 - Indicadores para Construção Civil. Fonte: (Oliveira, 2016)

	Critério	Indicador	Peso	Métrica	Pontuação
Probabilidade	Avaliação Estrutural	Nota de Inspeção	80%	Muito Bom	1
				Bom	2
				Razoável	3
				Mau	4
				Muito Mau	5
	Implicação na Exploração	Gravidade do Impacto	20%	Sem Gravidade	1
				Pouco Grave	3
				Grave	4
				Muito Grave	5

2.6 ENQUADRAMENTO DAS NORMAS

2.6.1 BSI PAS 55

A GA enquanto disciplina estruturada teve um marco importante com a publicação da especificação britânica BSI PAS 55 (*Publicly Available Specification 55*), lançada pelo *British Standards Institution* (BSI) em 2004 e atualizada em 2008. O PAS 55 definiu, pela primeira vez, requisitos claros e objetivos para a gestão otimizada de ativos físicos em setores industriais e de infraestrutura, introduzindo conceitos como ciclo de vida dos ativos, risco, desempenho, custo e sustentabilidade como pilares da decisão estratégica (BSI, 2008).

O *Institute of Asset Management* (IAM) foi um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento desta especificação, em colaboração com várias entidades industriais. A PAS 55 rapidamente se tornou uma referência internacional, utilizada por empresas em todo o mundo para estruturar os seus sistemas de gestão de ativos. Posteriormente, serviu de base para a criação da série de normas ISO 55000 (2014), atualmente o principal enquadramento normativo global na área (ISO, 2016a).

Em paralelo, o IAM desenvolveu um conjunto de ferramentas conceituais e educativas que complementam a normalização, com destaque para o documento "*Asset Management – An Anatomy*", cuja Versão 4 foi publicada em 2024. Este documento fornece uma visão integrada da disciplina, apresentando os *Asset Management Subjects*, alinhados com o modelo das 10 capacidades organizacionais (*10-box model*), que permitem às empresas avaliar e desenvolver as suas competências de gestão de ativos de forma prática e aplicada (IAM, 2024).

Como apoio adicional à aplicação do BSI PAS 55-1:2008, o IAM, em conjunto com várias organizações patrocinadoras, liderou o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de alto nível para permitir que as organizações medissem a sua conformidade com o BSI PAS 55:2008. Esta ficou conhecida como *PAS 55 Assessment Methodology* (PAM) (IAM, 2014).

2.6.2 ISO 55 000

Esta norma tem como objetivo apresentar a gestão de ativos, os seus princípios e terminologia e todos os pontos positivos que uma empresa terá em aplicá-los.

De acordo com a ISO 55000 (ISO, 2019) um Sistema de Gestão de Ativos (SGA) é definido como um conjunto de elementos inter-relacionados e interativos de uma organização, cuja função consiste em estabelecer a política e os objetivos de gestão de ativos, bem como os processos necessários para a sua concretização.

Um SGA não tem como finalidade gerir diretamente os ativos, mas sim a própria atividade de GA, assegurando que esta é conduzida de forma sistemática, com foco no valor, no alinhamento estratégico das ações, na liderança e na construção de confiança.

Um SGA eficaz permite:

- Facilitar o alcance do propósito organizacional e dos seus objetivos estratégicos;
- Assegurar a capacidade da organização para gerir os ativos, garantindo que os decisores e partes interessadas dispõem da informação e das competências necessárias para ponderar de forma proativa as relações entre risco, custo e desempenho;
- Evidenciar perante as partes interessadas, internas e externas (colaboradores, clientes, reguladores, seguradoras, entre outros) a intenção e a capacidade da organização em gerir os seus ativos de forma adequada, isto é, coordenando desempenho, risco e custos ao longo do ciclo de vida dos ativos, com vista à melhoria global do desempenho organizacional.

2.6.3 ISO 55001

Esta norma pode ser aplicada em qualquer organização que possua ativos intensivos, sejam estas públicas ou privadas, proporcionando benefícios significativos na forma como os ativos são geridos (ISO, 2017). Esta especifica os requisitos necessários de um SGA e pode ser aplicada a todo o tipo de organizações ou ativos, como:

- Infraestruturas e indústria, incluindo energia (produção, transmissão e distribuição), serviços de água e saneamento, telecomunicações, caminhos de ferro e transportes urbanos;
- Serviços públicos dependentes de infraestruturas, como aeroportos, hospitais ou redes viárias;
- Setores económicos regulados por entidades governamentais, onde a conformidade normativa é crítica;
- Indústrias de elevado investimento de capital;
- Setor imobiliário, abrangendo ativos habitacionais, comerciais e culturais;
- Organizações de serviços, incluindo software, consultoria e serviços profissionais.

A adoção da ISO 55001 traduz-se em múltiplos benefícios, entre os quais se destacam:

- Melhoria do desempenho organizacional;
- Redução de custos operacionais e de manutenção;
- Gestão eficaz do risco;
- Maior sustentabilidade, crescimento e competitividade;

- Tomada de decisão mais informada e fiável;
- Reforço da confiança das partes interessadas, através do cumprimento de requisitos legais e normativos, bem como da melhoria da reputação institucional.

2.6.4 ISO 55002

Esta norma baseia-se em experiências reais das primeiras organizações que adotaram a norma ISO 55001 com sucesso em mais de trinta países nos últimos quatro anos. Descreve em detalhe como implementar um sistema de gestão de ativos, de acordo com os requisitos da Norma ISO 55001 (ISO, 2018).

A (ISO, 2016c) funciona de guia para:

- A equipa que realiza a gestão de ativos e para os prestadores de serviço;
- A equipa que estejam inseridos no local, na implementação, na manutenção e na melhoria do sistema de GA.

2.6.5 *The Institute of Asset Management*

É uma associação profissional, de âmbito internacional, dedicada à promoção e desenvolvimento da gestão de ativos. Fundado no Reino Unido em 1994, o IAM tem como missão apoiar organizações e profissionais na implementação de práticas de excelência que assegurem a maximização do valor dos ativos ao longo de todo o seu ciclo de vida, equilibrando desempenho, riscos, custos e sustentabilidade.

O instituto desempenha um papel central na normalização e difusão do conhecimento no setor, sendo uma das entidades responsáveis pela elaboração da série de normas internacionais ISO 55000, que constituem a principal referência mundial na gestão de ativos. Para além disso, o IAM disponibiliza orientações, formações especializadas, certificações e redes de partilha de conhecimento que permitem às empresas adotar estratégias mais eficazes e alinhadas com as melhores práticas internacionais.

A atuação do IAM contribui, assim, para que as organizações desenvolvam políticas e processos estruturados de gestão de ativos, promovendo a melhoria contínua, a eficiência operacional e a criação de valor sustentável a longo prazo.

Assim, enquanto o PAS 55 (e, mais tarde, a ISO 55000) define requisitos normativos e certificáveis de um sistema de gestão de ativos, o IAM e o *An Anatomy* oferecem uma estrutura conceptual, orientações práticas e recursos de capacitação que suportam a implementação e a maturidade destes sistemas.

Contributos do IAM para a Gestão de Ativos

- Desenvolvimento de normas e especificações (PAS 55 e participação ativa na ISO 55000);
- Produção de guias e *frameworks* de apoio, como o *Anatomy* e as *Subject Specific Guidelines* (SSGs);
- Formação e certificação de profissionais através de programas reconhecidos internacionalmente;
- Criação de uma comunidade global para partilha de boas práticas e benchmarking;
- Enfoque na integração entre estratégia organizacional e gestão de ativos, promovendo a criação de valor sustentável a longo prazo.

O IAM defende que não existe um modelo único e perfeito para descrever a gestão de ativos. Pelo contrário, incentiva as organizações e os profissionais a explorarem diferentes modelos e a avaliarem qual funciona melhor no seu contexto específico. A eficácia de um modelo depende da natureza e da realidade de cada organização, podendo mesmo ser necessário adaptar alguns elementos para que respondam melhor às suas necessidades.

Para explorar estes modelos de GA, um bom ponto de partida é o próprio IAM ou os modelos desenvolvidos por outros membros do GFMAM (*Global Forum on Maintenance and Asset Management*) que é onde diversas organizações de todo o planeta se juntam para partilhar e definir práticas de manutenção da GA, estando assim este tema em constante avanço tecnológico.

2.6.5.1 Utilização das 10 Capacidades do IAM

A GA evoluiu significativamente desde 2015, ano em que foi publicada a terceira versão do *Anatomy*. Muitos membros já tinham desenvolvido práticas que iam além da simples conformidade normativa e, por isso, procuravam orientações adicionais. Nesse sentido, o IAM apresentou, na sua conferência de 2015, a *Asset Management Maturity Scale and Guidance*, posteriormente publicada em 2016, para promover a revisão e a partilha entre pares.

A versão mais recente do (IAM, 2024) afirma que as capacidades individuais dentro de uma organização está diretamente relacionada com o seu propósito e com o contexto em que esta opera, sendo igualmente condicionada pela posição que a mesma ocupa no seu percurso rumo à Excelência e Maturidade Organizacional.

No que respeita aos profissionais, o grau de especialização e a profundidade de conhecimentos em determinadas áreas dependerão das suas aspirações e das funções que exercem na organização (ou em apoio a esta). Ainda que um colaborador se especialize numa área específica da GA, é

fundamental que compreenda de que forma o seu trabalho se articula com as restantes capacidades e com os diversos elementos do sistema de GA.

O modelo das 10 Capacidades do IAM, como podemos ver pela Figura 5, surgiu precisamente do reconhecimento de que a norma de SGA estabelece os requisitos a cumprir, mas não descreve de forma prática como a GA deve ser aplicada.

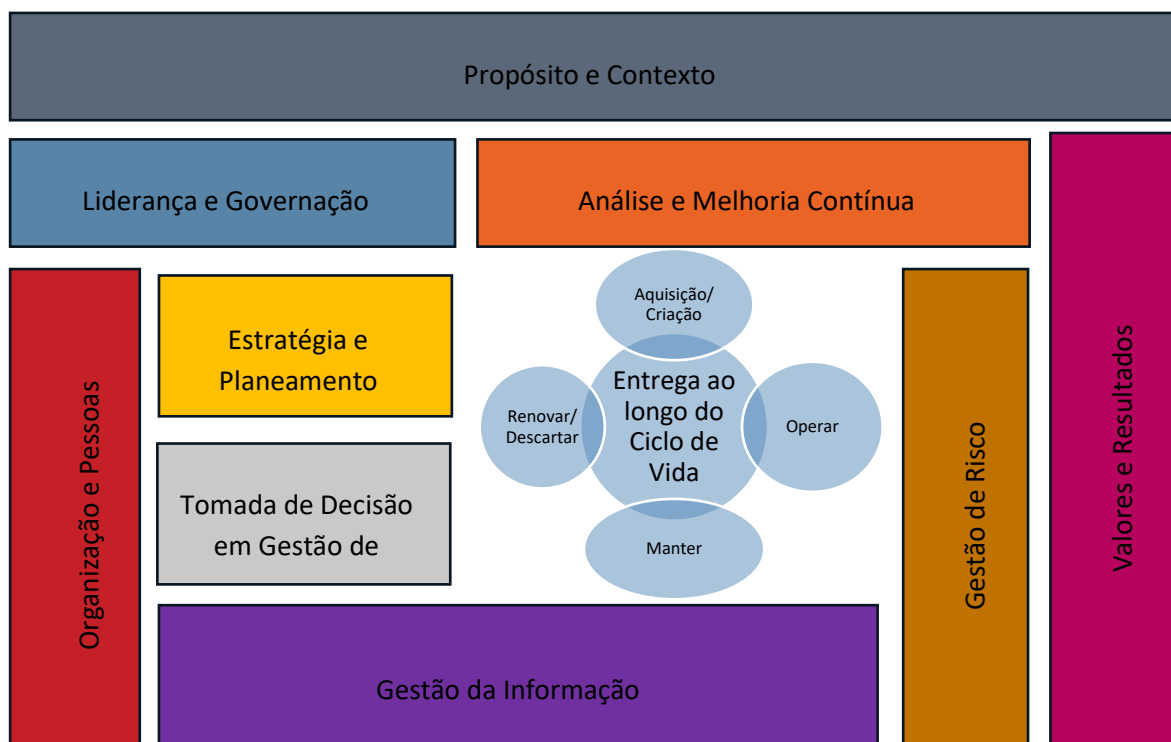


Figura 5 -Modelo das 10 capacidades do IAM. Fonte: (IAM, 2024)

As Capacidades têm, assim, a função de detalhar e clarificar as atividades envolvidas, possibilitando uma implementação mais eficaz e alinhada com os objetivos estratégicos da organização (IAM, 2024). No Anexo 2 encontra-se uma descrição pormenorizada das 10 capacidades.

2.6.6 Maturidade e a sua Avaliação

Neste momento não existe um consenso em termos de escala de maturidade a seguir. Várias entidades desenvolvem o seu modelo de avaliação juntamente com a sua escala de maturidade.

A versão anterior da Metodologia de Avaliação do IAM para o PAS 55:2008 incluía uma escala de maturidade composta por cinco níveis. Essa escala foi mantida na atual Metodologia de Autoavaliação, de forma a assegurar consistência com avaliações históricas já realizadas.

Contudo, para a ISO 55 001 foi desenvolvida uma escala de maturidade distinta, elaborada a partir dos trabalhos do *Maturity Group* integrado na *IAM Faculty*. Ambas as escalas de maturidade se encontram descritas a seguir.

No caso do BSI PAS 55, a Metodologia de Autoavaliação considera cinco níveis de maturidade, que permitem a uma organização medir o grau de conformidade em relação a cada um dos 28 elementos definidos pela especificação. Esta abordagem está alinhada com os princípios do *International Infrastructure Management Manual (IIMM)*, conforme ilustrado na Figura 6 (IAM, 2014).

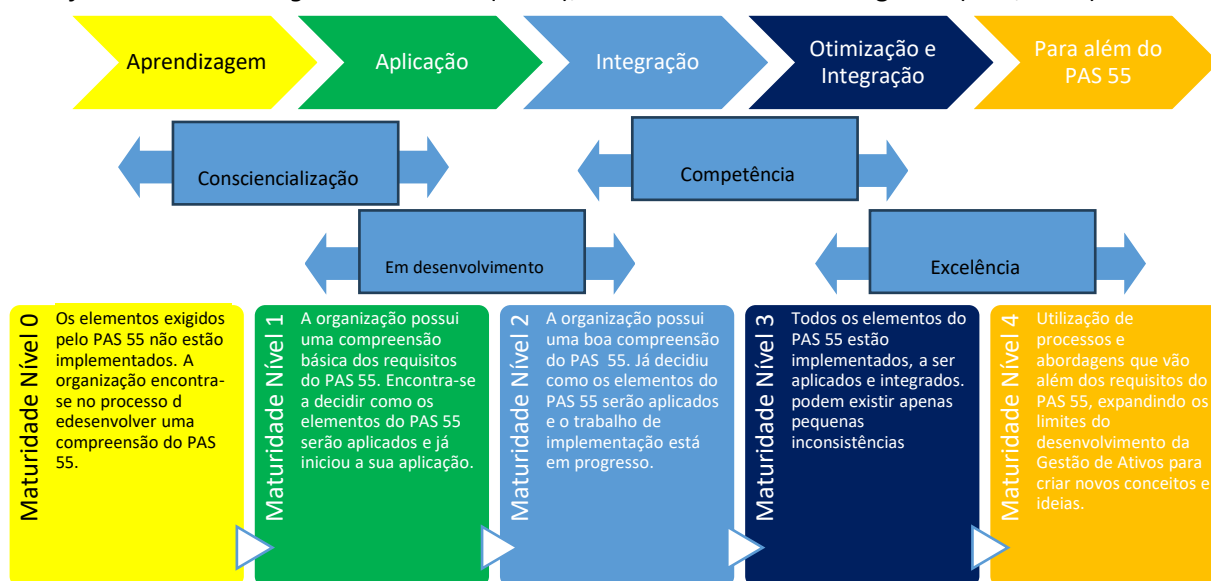


Figura 6 - Escala de maturidade BSI. Fonte: (IAM, 2014)

Acrescentam-se algumas notas importantes para organização que é avaliada entender devidamente a sua posição:

- Como indicado pela transição das cores, as fronteiras da escala de maturidade não são valores rígidos;
- A conformidade com o BSI PAS 55:2008 está dentro do Nível de Maturidade 3. Nota: este não é um valor numérico absoluto de "aprovado" ou "reprovado", mas está dentro da zona azul-escura.
- Não há valor limite para a excelência.

Importa salientar que, apesar dos níveis de maturidade serem numerados de 0 a 4, o último não estabelece um limite máximo. Através de práticas de melhoria contínua, uma organização pode

evoluir para níveis de maturidade superiores aos exigidos pelo PAS 55, sempre que tal seja adequado às suas necessidades e objetivos de negócio (IAM, 2014) .

ISO 55001 Escala de Maturidade

O âmbito da Metodologia de Autoavaliação (*Self-Assessment Methodology – SAM*) está limitado à avaliação da conformidade com a norma ISO 55001, dado que esta não define o que significa ir “para além” da conformidade. Por esse motivo, foi desenvolvido um conjunto de questões orientado para aferir o grau de competência relativamente aos requisitos estabelecidos pela ISO 55001 (IAM, 2014).

O *Maturity Group* do IAM elaborou, contudo, uma escala de maturidade que identifica as características expectáveis numa organização que ultrapassa os requisitos mínimos da norma. A Tabela 6, retirada do (IAM, 2014) descreve os diferentes níveis de maturidade e as suas principais características, servindo como referência no processo de avaliação com base na ISO 55001 (IAM, 2014).

Tabela 6 - Escala de Maturidade ISO 55001. Fonte: (IAM, 2014).

Escala	Descrição	Definição	Características da Maturidade
0	Inocente	A organização não reconhece a necessidade do requisito, nem existem evidências de compromisso para a sua implementação.	
1	Consciente	A organização identificou a necessidade desse requisito e há evidências de intenção de progredir.	As propostas estão em desenvolvimento e alguns requisitos podem estar em vigor. Os processos são mal controlados, reativos e o desempenho é imprevisível.
2	Em Desenvolvimento	A organização identificou os meios para atingir os requisitos de forma sistemática e consistente, e pode demonstrar	Observações: este é um "estado de transição". Os processos são planeados, documentados (quando necessário), aplicados e controlados em nível local ou dentro de departamentos funcionais; frequentemente de

		que estes estão sendo implementados com planos confiáveis e com recursos disponíveis.	forma reativa, mas podem alcançar os resultados esperados de forma repetível. Os processos são insuficientemente integrados, com consistência ou coordenação limitadas em toda a organização.
3	Competente	A organização pode demonstrar que atende de forma sistemática e consistente os requisitos relevantes estabelecidos na ISO 55001.	Isso envolve um sistema formal e documentado de gestão de ativos incorporado à organização. O desempenho dos elementos do sistema de gestão de ativos é medido, revisto continuamente aprimorado para atingir os objetivos de gestão de ativos.
4	Otimizado	A organização pode demonstrar que está a otimizar de forma sistemática e consistente suas práticas de gestão de ativos, em linha com os objetivos da organização e o contexto operacional.	Observações: este é o segundo "estado de transição". As características de estar neste estágio incluirão: Monitorização e quantificação do desempenho; e resolução de compensações entre objetivos concorrentes em uma estrutura de tomada de decisão ágil, a inovação é um modo de vida, a melhoria contínua pode ser amplamente demonstrada com evidências de resultados, o benchmarking é empregue para identificar novas oportunidades de melhoria e o sistema de gestão é ainda mais integrado e eficaz.

5	Excelente	A organização pode demonstrar que emprega as principais práticas e obtém o máximo valor da gestão de seus ativos, em linha com os objetivos da organização e o contexto operacional.	Este é um estado dinâmico e sensível ao contexto, portanto, as evidências devem incluir a demonstração de conhecimento das posições de benchmarking em relação a organizações similares de excelência e que, tanto nas práticas de gestão de ativos quanto nos resultados da gestão de ativos (realização de valor), não há melhorias conhecidas que ainda não tenham sido implementadas.
---	-----------	--	---

Importa salientar que o questionário da SAM foi concebido para avaliar até ao Nível 3 – “Competente”. Assim, a escala aplicada pela metodologia abrange apenas os níveis de 0 a 3. Os níveis superiores — Nível 4 (“Optimizador”) e Nível 5 (“Excelente”) — foram agrupados e designados como “Beyond” (Para Além da Conformidade), conforme ilustrado na Figura 7 (IAM, 2014) .



Figura 7 - Escala de Maturidade ISO 55001. Fonte: (IAM, 2014)

Acrescentam-se algumas notas importantes para organização que é avaliada entender devidamente a sua posição:

- Como indicado pela transição das cores, as fronteiras da escala de maturidade não são valores rígidos;
- A conformidade com a ISO 55001 está dentro do Nível de Maturidade 3. Este não é um valor numérico absoluto de "aprovado" ou "reprovado", mas está dentro da zona azul-escura;
- Não há valor limite para a excelência.

Alinhamento das Questões com a ISO 55001

O conjunto de questões foi elaborado para abranger os requisitos da ISO 55001, incluindo as interdependências e ligações. A Tabela 7 mostra as 27 cláusulas e subcláusulas da ISO 55001.

Tabela 7 - Alinhamento das Questões com a ISO 55 001. Fonte: (IAM, 2014)

Categoria	Elemento	Título do Elemento
Contexto da organização	4.1	Compreender a organização e seu contexto
Contexto da organização	4.2	Compreender as necessidades seu contexto
Contexto da organização	4.3	Determinar o objetivo do sistema de gestão de ativos
Contexto da organização	4.4	Sistema de Gestão de Ativos
Liderança	5.1	Liderança e Comprometimento
Liderança	5.2	Política
Liderança	5.3	Funções organizacionais, responsabilidade
Planeamento	6.1	Ações para abordar riscos e oportunidades do sistema de gestão de ativos
Planeamento	6.2.1	Objetivos da gestão de ativos
Planeamento	6.2.2	Planeamento para alcançar os objetivos da gestão de ativos
Apoio	7.1	Recursos
Apoio	7.2	Competência
Apoio	7.3	Consciencialização
Apoio	7.4	Comunicação

Apoio	7.5	Requisitos de informação
Apoio	7.6.1	Informação documentada – geral
Apoio	7.6.2	Criação e atualização da informação documentada
Apoio	7.6.3	Controlo da informação documentada
Operação	8.1	Planeamento e controlo operacional
Operação	8.2	Gestão da mudança
Operação	8.3	Subcontratação (outsourcing)
Avaliação de Performance	9.1	Monitorização, medição, análise e avaliação
Avaliação de Performance	9.2	Auditoria interna
Avaliação de Performance	9.3	Revisão pela gestão
Melhoria	10.1	Não conformidade e ação corretiva
Melhoria	10.2	Ação preventiva
Melhoria	10.3	Melhoria contínua

Ferramenta de Software

O IAM desenvolveu a Metodologia de Autoavaliação (*Self-Assessment Methodology – SAM*) através de uma ferramenta em Microsoft Excel, que inclui orientações sobre a sua utilização (IAM, 2014).

Desta forma, é possível comparar e analisar as diferentes perspetivas existentes dentro da organização. Quando existem várias respostas para a mesma questão, a pontuação atribuída corresponde à média simples das respostas individuais (IAM, 2014) .

Cada questão é avaliada com base numa escala de cinco níveis de maturidade, aplicável tanto ao PAS 55 como à ISO 55001.

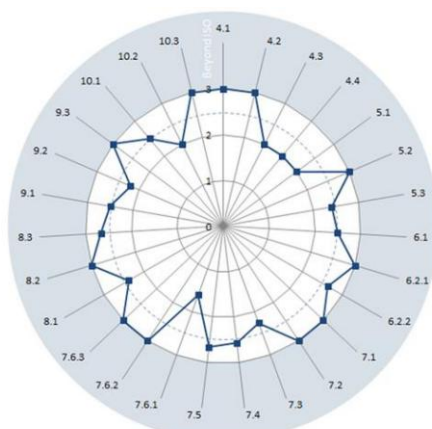


Gráfico 1 - Exemplo gráfico radar. Fonte: (IAM, 2014)

É importante notar que, nos gráficos radar, uma fragilidade significativa num dos elementos pode ser disfarçada por outras respostas com pontuação elevada.

Já o gráfico de barras permite observar não só a média por cláusula, mas também a variação de pontuações obtidas (IAM, 2014).

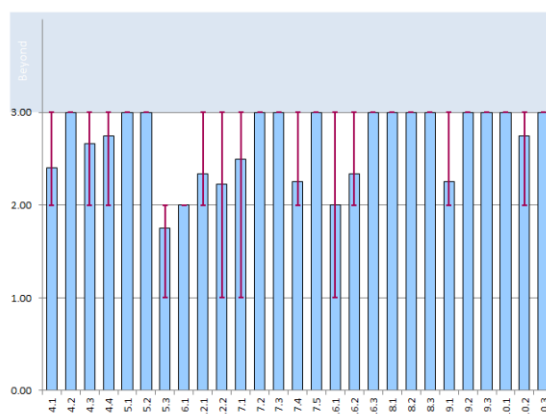


Gráfico 2 - Exemplo gráfico de barras. Fonte: (IAM, 2014)

O (IAM, 2014) indica que nos gráficos radar, a pontuação média de cada cláusula é representada em função da escala de maturidade de cinco níveis. Importa referir que os níveis 4 e 5 são agrupados sob a designação “Beyond”.

É utilizada uma linha de referência nos 2,5 pontos, permitindo ao avaliador usar o seu critério para decidir se existe conformidade quando a pontuação média se encontra entre 2,5 e 3.

Deve-se ter cautela, pois em alguns casos uma fragilidade relevante pode ser disfarçada no gráfico radar por outras respostas com pontuação elevada. Da mesma forma, se duas áreas adjacentes tiverem pontuação 0, a área central também será representada como 0.

Se surgir um espaço em branco no gráfico radar, isso significa que determinada cláusula não foi totalmente avaliada, funcionando assim como um lembrete para o avaliador de que existem lacunas na avaliação (IAM, 2014).

3 PROPOSTA DE MODELO

Neste passo, apresenta-se a estrutura conceptual do modelo de avaliação desenvolvido, incluindo os critérios considerados e a lógica de construção adotada. O modelo baseia-se em abordagens já existentes de avaliação de maturidade organizacional, sendo alinhado com os requisitos estabelecidos pela família de normas ISO 55000.

3.1 SELEÇÃO DE CRITÉRIOS

É importante identificar os critérios que a norma ISO 55000 indica para a implementação de um Sistema de Gestão de Ativos.



Figura 8 - Relação entre os principais elementos de um sistema de GA. Fonte: (ISO, 2016c)

De seguida, baseado na (ISO, 2016b) apresenta-se de uma forma resumida o que cada critério tem como base:

Ponto 4 da norma - Contexto da organização

- **Compreender a organização e o seu contexto** - A organização deve analisar o ambiente interno e externo para perceber fatores que afetam a gestão de ativos.
- **Necessidades e expectativas das partes interessadas** - Identificar *stakeholders* (parte interessadas) e compreender os seus requisitos e preocupações.
- **Âmbito do sistema de gestão de ativos** - Definir claramente os limites e a abrangência do sistema (quais ativos, processos e áreas estão incluídos).
- **Sistema de gestão de ativos** - Estruturar o sistema de forma integrada, alinhado com a estratégia organizacional.

Ponto 5 da norma - Liderança

- **Liderança e compromisso** - A gestão de topo deve demonstrar envolvimento ativo e dar suporte ao sistema de gestão de ativos.
- **Política** - Criar uma política formal de gestão de ativos alinhada com os objetivos estratégicos.
- **Funções, responsabilidades e autoridades** - Definir papéis e responsabilidades para garantir clareza na tomada de decisão e execução.

Ponto 6 da norma - Planeamento

- **Ações para riscos e oportunidades** - Identificar riscos e oportunidades que podem afetar os objetivos e definir planos de resposta.
- **Objetivos da gestão de ativos e planeamento** - Estabelecer objetivos mensuráveis e definir como serão alcançados.

Ponto 7 da norma - Apoio

- **Recursos** - Garantir recursos adequados (humanos, financeiros, tecnológicos).
- **Competências** - Desenvolver e manter competências adequadas dos colaboradores.

- **Conscientização** - Assegurar que todos compreendem o seu papel na gestão de ativos.
- **Comunicação** - Estabelecer canais de comunicação internos e externos eficazes.
- **Requisitos de informação** - Definir que dados e informação são necessários para suportar decisões.
- **Informação documentada** - Criar e manter documentação adequada para garantir rastreabilidade e consistência.

Ponto 8 da norma - Operacionalização

- **Planeamento e controlo operacional** - Implementar planos e controlar atividades de forma sistemática.
- **Gestão da mudança** - Gerir alterações em ativos, processos ou sistemas de forma estruturada.
- **Subcontratação** - Controlar e supervisionar atividades de terceiros relacionadas com a gestão de ativos.

Ponto 9 da norma - Avaliação do desempenho

- **Monitorização, medição, análise e avaliação** - Medir e analisar desempenho dos ativos e do sistema.
- **Auditoria interna** - Realizar auditorias periódicas para verificar conformidade e eficácia.
- **Revisão pela gestão** - A liderança deve rever regularmente os resultados para assegurar melhorias contínuas.

Ponto 10 da norma - Melhoria

- **Não conformidade e ação corretiva** - Identificar falhas e implementar ações corretivas para evitar repetição.
- **Ação preventiva** - Antecipar problemas e atuar de forma preventiva.
- **Melhoria contínua** - Promover mudanças incrementais e constantes para aumentar a eficácia e o valor gerado.

3.2 PROPOSTA

Para abordar as 27 cláusulas e subcláusulas da ISO 55001, foi desenvolvido um questionário cotado de 0 a 4, sendo 0 a falta de maturidade e 4 para além da norma, que se assume uma maturidade extraordinária.

Reconhece-se que, em diferentes organizações, alguns requisitos da norma assumem maior relevância do que outros. Assim, o grau de importância atribuído a determinadas questões pode variar conforme o contexto organizacional.

Dado que a ISO 55001 não define o que significa ir “além da conformidade”, o âmbito deste modelo restringe-se à avaliação do nível de conformidade. Ainda assim, o IAM *Maturity Group* desenvolveu uma escala de maturidade que identifica as características normalmente observadas em organizações que ultrapassam o simples cumprimento da norma.

Neste trabalho, foi adotada a escala de maturidade proposta pelo IAM, com referência à ISO 55001 conforme indicado no capítulo 2.6.6 Maturidade e a sua Avaliação.

A pontuação de cada resposta é:

- Maturidade nível 0 – **Pontuação 0**
- Maturidade nível 1 – **Pontuação 1**
- Maturidade nível 2 – **Pontuação 2**
- Maturidade nível 3 – **Pontuação 3**
- Para além da norma – **Pontuação 4**

3.3 INDICADORES DE PERFORMANCE

De modo a controlar a eficácia da GA, neste complexo industrial os indicadores de performance, *Key Performance Indicators* (KPI's), são importantes (Fractal, 2019):

- **Disponibilidade Operacional**

Percentagem de tempo em que o ativo está disponível para uso;

- **MTBF (*Mean Time Between Failures*) – Tempo Médio Entre Falhas**

Mede a fiabilidade dos equipamentos, ou seja, quanto maior, mais fiável é o ativo;

- **MTTR (*Mean Time To Repair*) – Tempo Médio de Reparação**

Tempo médio necessário para reparar um ativo após uma avaria, ou seja, quanto menor, melhor a eficiência da manutenção.

- **Custo de Manutenção por Ativo**

Total de custos de manutenção (preventiva, preditiva e corretiva) dividido pelo número de ativos, ou seja, permite analisar eficiência económica.

- **Percentagem de Manutenção Planeadas**

Relação entre horas de manutenção preventiva/preditiva e horas totais de manutenção.

Objetivo: ter >70% planeada e <30% corretiva.

- **Backlog de Manutenção**

Volume de ordens de trabalho em atraso (número de horas ou tarefas pendentes), ou seja, indica capacidade de resposta da equipa.

- **OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) – Eficiência Global do Equipamento**

Mede o desempenho global de um equipamento, considerando:

- Disponibilidade
- Performance
- Qualidade

Um bom valor situa-se acima de **85%**.

- **Custo Total de Propriedade (TCO – Total Cost of Ownership)**

Custos totais do ativo ao longo do ciclo de vida (aquisição, operação, manutenção e abate), ou seja, útil para decisões de renovação/substituição.

- **Taxa de Avarias Críticas**

Porcentagem de falhas que causam paragens ou impacto significativo na operação, ou seja, mede risco operacional.

- **Consumo Energético por Ativo / Operação**

Energia consumida em kWh por ativo ou por ciclo de produção, ou seja, importante para a eficiência e sustentabilidade.

3.4 BENCHMARKING

O *benchmarking*, segundo (Logisc, 2025), constitui uma metodologia que avalia o desempenho de uma organização em comparação com normas, indicadores e estratégias adotadas por outras entidades do mesmo setor. Trata-se, portanto, de um processo essencial a realizar antes da elaboração de um plano estratégico, uma vez que permite:

- Identificar problemas que, internamente, não tenham sido previamente reconhecidos;
- Conhecer soluções já implementadas por outras organizações;
- Acompanhar as práticas do mercado e as inovações em utilização;
- Ajustar os objetivos estratégicos com base em dados concretos, reais e praticáveis.

Para a eficácia do processo, é fundamental definir previamente os pontos de comparação, selecionar as empresas de referência, recorrer apenas a dados fidedignos, saber interpretá-los corretamente e, sobretudo, ser capaz de adaptar as ideias e práticas observadas à realidade específica da organização em análise.

No caso desta dissertação, o *benchmarking* foi aplicado com base em normas internacionais, nomeadamente através da avaliação do estado de maturidade da gestão de ativos do complexo industrial em estudo, comparando-o com a escala de maturidade do IAM e da ISO 55001.

Caso este trabalho tivesse decorrido em ambiente empresarial, seria igualmente possível recorrer a indicadores de desempenho (KPI's) para estabelecer comparações diretas com outras organizações, bem como avaliar as práticas de gestão implementadas. Ao fim de cinco anos, uma nova análise de

benchmarking permitiria compreender se as medidas aplicadas tiveram resultados positivos, bem como identificar eventuais oportunidades de melhoria ou complementação da estratégia adotada.

3.5 ANÁLISE SWOT

Seguindo o mesmo alinhamento metodológico dos capítulos anteriores, a aplicação desta ferramenta é igualmente fulcral antes da elaboração da proposta.

A análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) tem como finalidade identificar, de forma estruturada, as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que caracterizam a organização. Este exercício de diagnóstico é realizado após a definição dos KPI's e da execução do benchmarking, uma vez que, nesta fase, já existe um conhecimento mais aprofundado do mercado e do contexto competitivo, permitindo distribuir a informação recolhida pelas quatro categorias e estabelecer uma ordem de criticidade.

Segundo (Teófilo, 2024) esta metodologia fornece à administração uma visão sintética e objetiva do funcionamento da empresa, possibilitando:

- Identificar as forças, isto é, as vantagens competitivas relativamente ao setor e o potencial de inovação;
- Reconhecer as fraquezas, que representam os pontos mais críticos a serem considerados no plano de Gestão de Ativos;
- Detetar oportunidades, que poderão apoiar o desenvolvimento e valorização do parque;
- Antecipar ameaças, que podem ter impacto significativo no desempenho e, em casos extremos, originar situações de falha ou catástrofe.

Assim, a análise SWOT revela-se uma ferramenta estratégica fundamental para apoiar a tomada de decisão e orientar a definição de medidas de gestão mais eficazes e alinhadas com os objetivos de longo prazo da organização.

4 APLICAÇÃO DO MODELO AO CASO DE ESTUDO

De modo a aplicar, de forma prática, os processos de gestão abordados ao longo desta dissertação, foi concebido um complexo industrial hipotético, composto por diversos ativos e serviços associados.

4.1 ATIVOS

Portaria

Trata-se do ponto de entrada no terminal, onde a empresa de vigilância procede ao controlo de acessos, assegurando a segurança do recinto. A todos os veículos que ingressem para a realização de serviços não previamente previstos é aplicada uma taxa de entrada.

Sendo esta a porta principal do parque, é fundamental que o local se mantenha em boas condições, garantindo a segurança e o conforto dos vigilantes no desempenho das suas funções, bem como transmitindo para o exterior uma imagem cuidada e profissional.

Parque de Avenças

Como o próprio nome indica, este parque destina-se ao estacionamento de veículos por determinados períodos, mediante o pagamento de uma avença.

Parque de Contentores

O parque de contentores constitui uma das principais fontes de rendimento do complexo. É neste espaço que as empresas de logística descarregam os contentores provenientes dos vários pontos do planeta. A sua utilização é cobrada por metro quadrado e, à semelhança dos restantes parques, não exige elevados custos de manutenção.

ETAR

Devido ao elevado volume de matéria orgânica gerada no complexo, a existência de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) assume particular relevância, uma vez que permite proceder à devida filtragem e tratamento dos efluentes antes do seu encaminhamento para a rede residual pública.

Este processo é fundamental não apenas para assegurar o cumprimento das normas ambientais e legais em vigor, mas também para minimizar o impacto negativo no meio envolvente, prevenindo a contaminação de solos e recursos hídricos. Adicionalmente, a ETAR contribui para a melhoria da sustentabilidade operacional do complexo, possibilitando, em alguns casos, a reutilização da água tratada em tarefas de rega ou limpeza, reduzindo assim o consumo de água potável

Edifícios

Os edifícios do complexo, que por norma correspondem à zona destinada a escritórios, desempenham um papel central no apoio às atividades operacionais, administrativas e de gestão. Estes espaços acolhem as equipas responsáveis pela coordenação das operações, planeamento estratégico, apoio logístico e atendimento a clientes e fornecedores, constituindo assim um núcleo fundamental para o funcionamento integrado do complexo

Posto de Transformação

O posto de transformação desempenha um papel essencial no funcionamento do complexo, uma vez que assegura a transformação da energia elétrica de média para baixa tensão, permitindo a sua adequada distribuição pelos diversos ativos e serviços existentes.

A sua presença é determinante para garantir a estabilidade do fornecimento elétrico, evitando interrupções e flutuações que poderiam comprometer tanto a operação industrial como o conforto dos utilizadores.

Além disso, o posto de transformação deve cumprir rigorosamente as normas de segurança e regulamentação aplicáveis, incluindo medidas de proteção contra incêndios, descargas atmosféricas e riscos elétricos. A manutenção preventiva e periódica é igualmente indispensável para prolongar a vida útil dos equipamentos, assegurar a eficiência energética e reduzir custos associados a avarias imprevistas.

Grupo Gerador

Constituem um elemento fundamental na infraestrutura energética do complexo, assegurando o fornecimento de energia elétrica em situações de falha ou interrupção da rede pública. A sua principal função é garantir a continuidade das operações críticas, evitando paragens indesejadas que poderiam comprometer a segurança, a produção ou o normal funcionamento dos serviços.

É de extrema importância que estes equipamentos sejam sujeitos a um plano rigoroso de manutenção preventiva, incluindo ensaios periódicos em carga, verificações de consumo de combustível, lubrificação e monitorização de parâmetros de funcionamento, de modo a garantir a sua operacionalidade imediata sempre que necessário.

Armazéns

Destinados a albergar a componente logística, áreas de oficina ou de industrial, assumem um papel estratégico no suporte às operações globais. Estes espaços permitem a receção, armazenamento, manuseamento e expedição de mercadorias, funcionando como ponto central da cadeia de abastecimento e garantindo a eficiência dos fluxos de materiais.

Pavimento

Constitui um dos ativos essenciais para o funcionamento diário da infraestrutura, uma vez que suporta a circulação intensiva de veículos pesados, manobras de carga e descarga, bem como o acesso de viaturas de serviço e emergência.

Espaços Verdes

A manutenção das zonas ajardinadas e áreas verdes do complexo assegura a preservação paisagística e ambiental do espaço, contribuindo para um ambiente de trabalho mais agradável e para a valorização global do ativo.

Prestadores de Serviço

Dada a dimensão do caso de estudo, torna-se essencial a colaboração com prestadores de serviços especializados para garantir a operacionalidade, segurança e conservação das infraestruturas e equipamentos. Estes contratos permitem uma abordagem mais eficiente e económica à manutenção e gestão diária do parque, assegurando elevados padrões de qualidade e conformidade normativa.

Segurança

Responsável pela vigilância física e eletrónica, controlo de acessos e rondas permanentes. A empresa permite manter a integridade das infraestruturas, prevenir furtos, intrusões ou atos de vandalismo, e garantir a segurança dos colaboradores e visitantes.

Recolha de Resíduos

A recolha de resíduos, assegurando a separação, acondicionamento e transporte de lixo indiferenciado e resíduos industriais é essencial para manter a higiene e conformidade ambiental do complexo.

Controlo de Pragas

O controlo integrado de pragas urbanas (roedores, insetos, aves) é com o objetivo de prevenir riscos sanitários e operacionais, especialmente em zonas de armazenagem e logística.

Limpeza

A limpeza geral do complexo, incluindo edifícios, zonas técnicas e espaços exteriores é importante para a conservação dos ativos, melhoria do ambiente de trabalho e imagem do complexo.

Manutenção

A manutenção preditiva e preventiva dos principais equipamentos e infraestruturas técnicas é o pilar de uma boa GA pois permite antecipar avarias, prolongar a vida útil dos ativos e reduzir os custos com manutenção corretiva.

Segurança contra incêndios

A verificação periódica e manutenção dos equipamentos de combate a incêndios, nomeadamente extintores, carretéis e sinalética associada. A sua atuação garante o cumprimento das normas legais e a preparação do complexo para eventuais emergências.

4.2 RESULTADOS

Por se tratar de um trabalho desenvolvido em contexto académico, e apesar de refletir alguns conhecimentos adquiridos no âmbito da atividade profissional, todos os dados e resultados apresentados correspondem à interpretação e opinião do autor.

Tabela 8 - Tabela de Resultados

Elemento	Título do Elemento	Nº de Questões	Mínimo	Máximo	Média
4.1	Compreender a organização e seu contexto	2	0	4	2
4.2	Compreender as necessidades seu contexto	3	0	4	3
4.3	Determinar o objetivo do sistema de gestão de ativos	1	0	4	3
4.4	Sistema de Gestão de Ativos	2	0	4	1
5.1	Liderança e Comprometimento	1	0	4	3
5.2	Política	1	0	4	4
5.3	Funções organizacionais, responsabilidade	1	0	4	2
6.1	Ações para abordar riscos e oportunidades do sistema de gestão de ativos	1	0	4	3
6.2.1	Objetivos da gestão de ativos	1	0	4	1,5
6.2.2	Planeamento para alcançar os objetivos da gestão de ativos	2	0	4	2

7.1	Recursos	2	0	4	4
7.2	Competência	1	0	4	3
7.3	Consciencialização	1	0	4	2
7.4	Comunicação	1	0	4	1
7.5	Requisitos de informação	1	0	4	2
7.6.1	Informação documentada – geral	1	0	4	2
7.6.2	Criação e atualização da informação documentada	1	0	4	2
7.6.3	Controlo da informação documentada	1	0	4	3
8.1	Planeamento e controlo operacional	2	0	4	1
8.2	Gestão da mudança	2	0	4	2,5
8.3	Subcontratação (<i>outsourcing</i>)	1	0	4	4
9.1	Monitorização, medição, análise e avaliação	2	0	4	2
9.2	Auditoria interna	1	0	4	3,5
9.3	Revisão pela gestão	2	0	4	2
10.1	Não conformidade e ação corretiva	3	0	4	3
10.2	Ação preventiva	1	0	4	1,5
10.3	Melhoria contínua	1	0	4	4

Nesta tabela vemos os resultados hipotéticos de uma entrevista com alguém responsável pelo complexo industrial e que tivesse inserido no plano de implementação e desenvolvimento de Gestão de Ativos. As questões têm todas o mesmo peso, o que de caso para caso podem variar consoante a área de trabalho, as especificações e objetivos de cada organização.

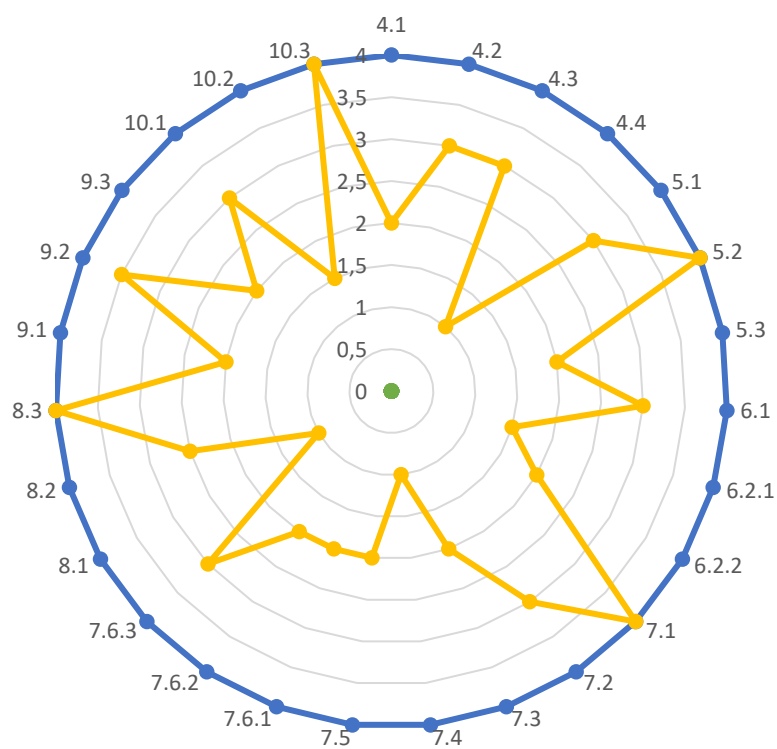


Gráfico 3 - Gráfico de radar resultados

4.3 COMENTÁRIOS DOS RESULTADOS

Após os resultados da avaliação da maturidade é importante analisar critério a critério para entender qual estratégia adotar para um desenvolvimento positivo. Neste caso a média de cada critério é:

Tabela 9 - Médias da avaliação de cada critério

	Média
Compreender a organização e o seu contexto	2,25
Liderança	3
Planeamento	2,17
Apoio	2,38
Operacionalização	2,5
Avaliação do desempenho	2,5
Melhoria	2,83

A média global obtida em todos os critérios é de 2,48, o que, de acordo com a escala de maturidade definida pela ISO 55000, se enquadra no intervalo entre 2 e 3. Isto significa que a organização se encontra, neste momento, no nível “Em Desenvolvimento” (Maturidade Nível 2).

Neste estágio, a organização já identificou os meios necessários para, de forma sistemática e consistente, alcançar os requisitos estabelecidos, conseguindo ainda demonstrar progressos evidentes, suportados por planos credíveis e devidamente dotados dos recursos adequados.

Compreender a organização e o seu contexto - 2,25

- Indica que a organização ainda não tem totalmente identificados os fatores internos e externos que afetam a gestão de ativos;
- Sugere falta de alinhamento estratégico entre objetivos da empresa e as práticas de gestão de ativos;
- Seria importante reforçar análises de partes interessadas, avaliações de contexto e planos de longo prazo para alinhar a gestão de ativos com a estratégia organizacional.

Liderança - 3,0

- Significa que a gestão de topo demonstra envolvimento razoável e existe uma boa definição de responsabilidades;
- Contudo, um nível 3 mostra que, embora haja compromisso da liderança, ainda não é plenamente integrado em toda a organização;
- Próximo passo seria consolidar cultura de GA, com maior comunicação interna e envolvimento transversal.

Planeamento – 2,17

- Evidencia que os planos de GA, planos de risco e objetivos de longo prazo ainda não estão bem estruturados.
- A falta de integração entre estratégia, riscos e planos de investimento reduz a eficiência da gestão;
- Recomendação: adotar planos de ciclo de vida dos ativos, práticas de GA (FMEA/FMECA, matrizes de risco) e planos de investimento mais claros.

Apoio – 2,38

- Reflete que os recursos, competências, sistemas de informação e comunicação estão presentes, mas não totalmente adequados ou otimizados;
- É uma área crítica porque sem suporte (humano, tecnológico e financeiro) os planos dificilmente são concretizados;
- Melhorar formação, competências e ferramentas digitais.

Operacionalização – 2,5

- Indica que a execução prática da GA está em desenvolvimento, mas ainda de forma reativa em algumas situações;
- Mostra que existem processos operacionais definidos, mas não estão totalmente padronizados ou monitorizados;
- Recomenda-se reforçar práticas de manutenção preventiva/preditiva, normalização de procedimentos e melhoria na recolha de dados em tempo real.

Avaliação do desempenho – 2,5

- A organização já mede alguns indicadores (KPI's), mas provavelmente não existe um painel consolidado de desempenho de ativos.
- O processo de avaliação ainda não está totalmente integrado com a tomada de decisão.
- Sugere-se evoluir para *dashboards* de desempenho, análises de custo do ciclo de vida (LCC).

Melhoria – 2,83

- Mostra que existe alguma preocupação em corrigir falhas, aprender com incidentes e evoluir processos.
- Contudo, ainda não chega ao nível ótimo, porque a melhoria parece ser mais reativa do que preventiva.
- Seria recomendável implementar uma cultura de melhoria contínua e processos estruturados de auditorias internas regulares.

4.4 ANÁLISE SWOT DO PARQUE

Após a explicação do funcionamento da metodologia, apresentam-se alguns pontos que poderiam constituir cenários reais caso o plano de Gestão de Ativos fosse efetivamente implementado no complexo em análise:

- **Forças**

A localização estratégica do parque representa uma vantagem competitiva relevante face à concorrência, dada a proximidade a importantes eixos logísticos.

O histórico de utilização do parque, já consolidado ao longo de vários anos, contribui para a sua reputação e para o reconhecimento como ponto de referência por parte das empresas de logística.

- **Fraquezas**

O estado atual de alguns equipamentos evidencia carências significativas, reforçando a necessidade urgente de implementação de um plano estruturado de Gestão de Ativos.

- **Oportunidades**

O interesse manifestado pela Câmara Municipal no desenvolvimento da zona envolvente poderá representar uma alavanca positiva para o futuro do parque, potenciando a sua valorização.

- **Ameaças**

A antiguidade das infraestruturas poderá expor a organização a riscos de incumprimento legal ou regulamentar. A eventual ausência de enquadramento legislativo adequado também pode originar situações passíveis de coimas ou sanções, afetando a sustentabilidade do parque.

4.5 DIGITALIZAÇÃO DA GESTÃO DE ATIVOS

A tecnologia Internet of Things transformou a forma como as empresas gerem os seus ativos. A capacidade de ligar dispositivos, sensores e outros componentes à Internet permitiu às empresas obter uma maior visibilidade e controlo sobre os seus ativos. Ao recolher dados em tempo real dos ativos, as empresas podem tomar decisões mais informadas e melhorar a eficiência e eficácia das suas operações (Fractal, 2023).

De plataformas para análise de dados a IBM Maximo® é a nº1 no mercado, ao qual será utilizada para comparar com a Infraspak e entender o que a empresa portuguesa tem para oferecer ao *Facility Management*.

4.5.1 IBM Maximo

Após décadas de liderança na GA empresariais, a IBM lançou, em 2025, o *Maximo Application Suite 9.1 (MAS 9.1)*, que representa uma reformulação significativa na forma como as organizações interagem com os seus ativos físicos. A principal novidade é um assistente de IA generativa, concebido para simplificar a análise de dados e apoiar decisões em tempo real. Este recurso procura colmatar a lacuna de conhecimento existente, facilitando a utilização da plataforma mesmo por profissionais menos experientes.

Outra inovação relevante é o *Asset Investment Planning (AIP)*, uma ferramenta destinada a apoiar o planeamento de investimentos. Através de análises de cenários e otimização dos objetivos, permite equilibrar custo, risco e desempenho, reduzindo decisões baseadas apenas na intuição. Num contexto de forte crescimento do mercado global de gestão do ciclo de vida de ativos, o AIP assume-se como um potencial diferenciador estratégico.

Estudos de caso apontam ganhos expressivos, segundo (Markham, 2022) a Sund & Bælt aumentou a produtividade da manutenção em 15–25% e prolongou a vida útil da Ponte do Grande Belt em 100 anos, enquanto a Downer, indicado por (IBM, 2022) duplicou a capacidade de manutenção ferroviária com ganhos de eficiência de 20%. No entanto, estes exemplos refletem organizações com elevada maturidade técnica, e os benefícios exigem custos e complexidade de implementação que não devem ser subestimados.

Apesar das avaliações positivas as críticas apontam para interfaces complexas e desafios iniciais de implementação. A IBM posiciona-se como líder em IA generativa, mas o verdadeiro valor só se alcança com dados de qualidade, casos de uso bem definidos e uma adoção faseada, através de programas-piloto antes de uma implementação plena (Vigoroso, 2025).

4.5.2 Infraspak

É uma ferramenta portuguesa de manutenção para a Gestão de Ativos que oferece uma Plataforma Inteligente de Gestão de Manutenção (IMMP) transversal, totalmente centralizada, destinada a gestores e técnicos que enfrentam os desafios da era da Manutenção 5.0 (Infraspak, 2023).

Após a colocação dos sensores em cada ativo, segundo o (Infraspak, 2023), o gestor tem a capacidade de:

Gestão de Ativos

- Registo de todos os equipamentos e infraestruturas (com histórico, localização, manuais e especificações).
- Criação de perfis de ativos com dados de manutenção, garantias e ciclos de vida.

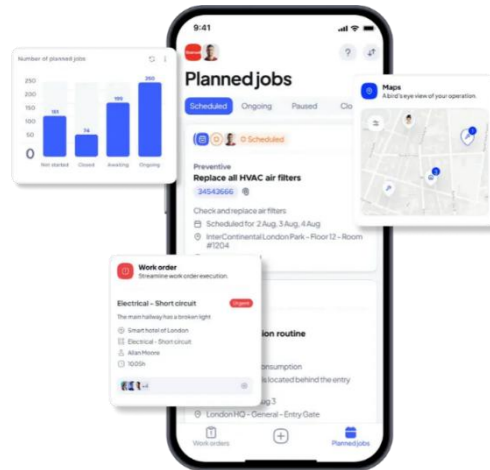


Figura 9 - Exemplo plataforma (InfraSpeak, 2024)

Manutenção Preventiva & Preditiva

- Definição de planos de manutenção preventiva (calendário, horas de uso, ciclos);
- Integração com sensores/IoT para recolher dados em tempo real (temperatura, vibração, energia, caudal, etc.), permitindo manutenção preditiva.

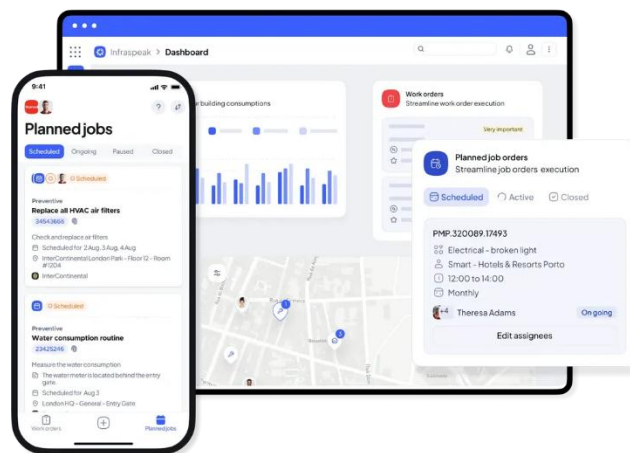


Figura 10 - Exemplo da plataforma (2) (InfraSpeak, 2024)

Gestão de Ordens de Trabalho (OT's)

- Emissão, atribuição e acompanhamento de ordens de trabalho em tempo real;
- Técnicos recebem notificações em dispositivos móveis, registam intervenções e atualizam estado.

Integração e Digitalização

- Utilização de *NFC tags* ou *QR codes* nos equipamentos: basta aproximar o telemóvel para aceder ao histórico, criar pedidos ou registar reparações;

Relatórios e Indicadores (KPIs)

- Geração automática de relatórios sobre custos, tempos de inatividade, desempenho dos ativos e cumprimento de *SLA's* (*service level agreement*);
- Apoio à tomada de decisão estratégica com *dashboards* personalizáveis.



Figura 11 - Exemplo de dashboards e gráficos da plataforma (InfraSpeak, 2024)

Gestão de Custos e Contratos

- Registo de contratos de manutenção e fornecedores;
- Controlo de OPEX e CAPEX associados a cada ativo ou intervenção;
- Integridade com Sap e Xero.

4.5.3 Criticidade dos Ativos

De modo a dar início a um plano de manutenção orientado para o desenvolvimento integral do parque, será realizado um levantamento com recurso à matriz de risco, anteriormente apresentada, tendo como objetivo avaliar a criticidade de cada ativo.

Central de Bombagem de Incêndio

Dada a antiguidade da CBI e de toda a rede de abastecimento de incêndio, este ativo exige uma supervisão rigorosa, uma vez que desempenha um papel fulcral na manutenção da segurança em caso de ocorrência de um desastre natural.

Atualmente, verifica-se a necessidade de uma manutenção intensiva, que implica a substituição de componentes já obsoletos, o que acarreta custos significativos e, em grande medida, apenas adia a resolução definitiva do problema.

Neste contexto, será efetuada uma análise através da matriz de risco, a fim de determinar se este ativo deve ser considerado prioritário para um investimento de remodelação urgente. Tal decisão permitirá não só evitar despesas recorrentes e desnecessárias, mas também reforçar a segurança global do complexo.

Em termos de criticidade, a falha deste ativo implicaria a inoperacionalidade de todo o sistema de combate a incêndios, comprometendo a segurança do parque e gerando insatisfação por parte do cliente. Por este motivo, atribui-se a este parâmetro o nível 5 de criticidade.

Quanto à probabilidade de ocorrência, esta é classificada como 4. Assim, a paragem da cisterna de incêndio posiciona-se na região vermelha da matriz de risco, correspondendo a um risco elevado que requer atenção prioritária.

Tabela 10 - Matriz de Risco Paragem da CBI

Probabilidade	5	Muito Alta					
	4	Alta					CBI
	3	Moderada					
	2	Baixa					
	1	muito Baixa					
			Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
			1	2	3	4	5
			Criticidade				

A título de exemplo considera-se que, no Ano 0, ocorreu a entrada de água na sala da CBI. Como não existia um plano de manutenção preventiva implementado, as bombas de intrusão de água encontravam-se obsoletas e não entraram em funcionamento. Em consequência, o equipamento ficou totalmente submerso e inoperacional, o que resultou na inutilização de toda a rede de combate a incêndios.

Durante o período necessário para apuramento dos estragos, elaboração do orçamento e início dos trabalhos de reparação, registou-se um incêndio num dos armazéns. Uma vez que os carretéis se encontravam sem água, não foi possível assegurar a primeira resposta ao sinistro, originando danos estimados em cerca de 25 000,00 €.

Com o orçamento definitivo para a reparação da CBI avaliado em 40 000,00 €, somando os prejuízos provocados pelo incêndio, a organização sofreu um impacto financeiro total de aproximadamente 65 000,00 €. Este caso evidencia a importância da prática de manutenção preventiva, garantindo a substituição dos equipamentos assim que estes ultrapassam o Ponto P da curva P-F, evitando assim avarias críticas e custos acrescidos.

A reparação de todo o sistema de intrusão custa cerca de 2 000,00 €.

Este caso constitui um exemplo claro da relevância da prevenção em detrimento da reparação.

Grupo Gerador

Como já referido anteriormente, este ativo reveste-se de grande importância, uma vez que garante o funcionamento de todo o parque em caso de falha no fornecimento de energia elétrica.

Em termos de criticidade, a falha do gerador teria impacto direto no funcionamento energético de todos os restantes equipamentos, ainda que apenas em situação de falha total do sistema. Por este motivo, atribui-se a este parâmetro o nível 3 de criticidade.

Quanto à probabilidade de ocorrência, esta é igualmente classificada como 3. Deste modo, a paragem do gerador posiciona-se na região amarela da matriz de risco, correspondendo a um risco intermédio, que exige acompanhamento e medidas preventivas, ainda que não constitua uma prioridade imediata.

Tabela 11 - Matriz de Risco do Paragem do Grupo Gerador

Probabilidade	5	Muito Alta					
	4	Alta					
	3	Moderada			Grupo Gerador		
	2	Baixa					
	1	muito Baixa					
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto	
		1	2	3	4	5	
		Criticidade					

A título de exemplo, considera-se a hipótese de no Ano 0, ocorrer uma falha de energia no parque, sendo os geradores os únicos dispositivos capazes de assegurar o funcionamento do mesmo. Contudo, no momento da sua ativação, estes desligam de imediato devido a uma anomalia na chave de transferência automática de energia (ATS), componente responsável por alternar o fornecimento da concessionária para a energia proveniente dos geradores.

Na ausência de um plano de manutenção preventiva devidamente implementado, os testes de carga não eram realizados de forma regular, razão pela qual a anomalia nunca havia sido detetada. Como consequência direta, a falha no fornecimento elétrico levou à paragem de todos os contentores frigoríficos responsáveis pela conservação dos alimentos destinados à distribuição nos supermercados. Tendo em conta que o incidente ocorreu num dia de verão, com temperaturas superiores a 30 °C, a totalidade dos alimentos deteriorou-se, resultando num prejuízo estimado em 10 000,00 €, suportado pela organização gestora do parque.

Importa salientar que o serviço de manutenção preventiva de um grupo de geradores apresenta um custo médio anual na ordem dos 700,00 € e que, mesmo contemplando a eventual substituição de componentes em caso de necessidade, este valor seria largamente inferior ao montante da indemnização paga.

Este caso constitui, assim, mais uma evidência clara da relevância da prevenção face à reparação.

Pavimento

A sua qualidade e conservação têm impacto direto na segurança operacional, na eficiência logística e na durabilidade dos restantes ativos do complexo, evitando acidentes, desgaste prematuro de viaturas e constrangimentos às operações.

Em termos de criticidade, os problemas do pavimento não teriam impacto direto no funcionamento do parque. Como tal, atribui-se a este parâmetro o nível 2 de criticidade.

Quanto à probabilidade de ocorrência, esta é igualmente classificada como 1. Deste modo, o problema do pavimento posiciona-se na região verde da matriz de risco, correspondendo a um risco aceitável e que não se justificam medidas de tratamento do risco.

Tabela 12 - Matriz de Risco degradação do pavimento

Probabilidade	5	Muito Alta					
	4	Alta					
	3	Moderada					
	2	Baixa					
	1	muito Baixa		PAVIMENTO			
			Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
			1	2	3	4	5
Criticidade							

Após a realização desta análise a todos os ativos, obteve-se uma tabela que proporciona uma perspectiva diferenciada sobre as necessidades de intervenção, destacando os equipamentos que requerem maior urgência no planeamento do plano a implementar. Assim, a Figura 15 apresenta a distribuição dos ativos de acordo com o respetivo nível de criticidade. Todos os ativos que não considerados no plano de manutenção tem previstas obras de reabilitação inseridas no valor dos investimentos.

Tabela 13 - Matriz de Risco da paragem/degradação de todos os ativos

Probabilidade	5	Muito Alta					CBI
	4	Alta			Instalações Elétricas	Quadros Elétricos	PT
	3	Moderada		AVAC	Grupo Gerador	ETAR	Carreteis e Extintores
	2	Baixa	Portaria	Edifícios/Armazéns	Parques Avenças e Contentores		
	1	muito Baixa		Pavimento			
			Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto
			1	2	3	4	5
Criticidade							

4.5.4 Implementação de manutenção preventiva e preditiva

A transição da manutenção corretiva para uma estratégia de manutenção preventiva pode alcançar uma redução nos custos de manutenção até cerca de 30%, a par de uma melhoria significativa na confiabilidade e no tempo de disponibilidade (*uptime*) dos equipamentos (Owen, 2025).

Para a implementação de um plano de manutenção dos ativos mediante o risco que cada um tem é importante estar considerado no planeamento. Vamos analisar para 5 anos, contratar-se-á uma empresa que fará o controlo dos ativos com o seu software (Infraspeak por exemplo), assim sendo terão um controlo total sobre os rendimentos de cada equipamento e darão sempre valores de reparação caso algum destes deixe de funcionar conforme acordado, sempre com o intuito de nunca acontecer um caso como o da cisterna como já apresentado. Ao longo dos anos serão também calculados pequenos investimentos para melhorar o aspeto geral do parque e conseqüentemente poder praticar valores de avença superiores.

Tabela 14 – Custos Anuais no Ano 0

Área	Gastos Anuais
Água	25 000 €
Desratização	1 500 €
Eletricidade	72 000 €
Elevadores	500 €
Honorários Da Gestão	50 000 €
Impostos	60 000 €
Limpeza	65 000 €
Limpeza Lixo	15 000 €
Limpeza Terrenos	10 000 €
Reparações	100 000 €
Segurança	80 000 €
Seguro	45 000 €
Total	524 000 €

Como se pode observar na Tabela 14, os custos totais registados neste complexo ascenderam a 524 000 €, dos quais 100 000 € corresponderam exclusivamente a intervenções de manutenção corretiva, resultantes de falhas verificadas em diversos equipamentos.

Com o intuito de contrariar este padrão de gastos elevados e pouco eficientes, foi desenvolvido um plano de manutenção preventiva como se pode observar na Tabela 15, que abrange os ativos mais críticos do complexo, garantindo uma gestão mais eficaz, previsível e sustentável ao longo do tempo.

Tabela 15 - Plano de Manutenção Anual

Item	Manutenção	Valor Anual
1	AVACs	700,00 €
2	Carreteis e Extintores	1 200,00 €
3	CBI	500,00 €
4	ETAR	7 300,00 €
5	Grupo Gerador	700,00 €
6	Instalações em Geral	14 000,00 €
7	Posto de Transformação	1 300,00 €
8	Quadros Elétricos	2 000,00 €
9	Responsabilidade TREIE	800,00 €
Total		28 500,00 €

Neste plano está igualmente contemplada a manutenção preditiva, à qual complementa a manutenção preventiva, permitindo antecipar falhas potenciais e, conseqüentemente, evitar gastos de maior dimensão.

O Anexo 3 contempla as atividades que serão realizadas durante 1 ano em cada ativo de modo a manutenção corra como planeada sem nenhum incidente. De seguida apresenta-se os serviços mais importantes a serem praticados:

1. AVACs

Este serviço inclui a termografia infravermelha de modo a identificar anomalias em motores e quadros elétricos, análise de vibrações e da qualidade do ar e do caudal.

2. Carreteis e Extintores

Este serviço inclui testes periódicos nos carreteis de modo a verificar o caudal e a pressão da água, inspeções visuais com registos fotográficos para identificar fugas e testes funcionais programados. Para os extintores verificar o selo de segurança, o manómetro, pesagem e verificação da carga e ensaio de pressão interna.

3. CBI

Este serviço inclui inspeções endoscópicas e ultrassons de modo a entender a corrosão das paredes metálicas das tubagens, monitorização do nível e qualidade da água e ensaios hidráulicos.

4. ETAR

Este serviço inclui a limpeza dos efluentes e devidas análises, uma monitorização contínua dos parâmetros químicos, das bombas e sopradores, termografia dos quadros elétricos e motores e sensorização dos caudais e o nível dos tanques.

Atualmente, com a constante evolução tecnológica, grande parte da manutenção preditiva pode ser realizada através da instalação de sensores nos diferentes equipamentos, permitindo monitorizar parâmetros como pressões, vibrações, níveis de caudal, picos de energia ou eventuais fugas.

Contudo, a utilização destes sistemas de monitorização deve ser sempre complementada com a presença física dos técnicos responsáveis no local, de forma a validar os dados recolhidos, interpretar adequadamente as anomalias detetadas e assegurar uma intervenção eficaz.

5. Grupo Gerador

Este serviço inclui a análise de vibrações e ruído dos motores e alternadores, termografia, óleos lubrificantes e testes de carga simulada.

6. Instalações Elétricas

Este serviço inclui a verificação do estado das instalações em geral, esse tempo de permanência contratado também poderá ser utilizado para efetuar reparações e manutenções (dentro da especialidade do técnico residente) que se apresentem como prioritárias ou urgentes. As verificações aos seguintes equipamentos: Distribuição de sistemas de abastecimento de água e saneamento, barreiras de entrada basculantes, outros sistemas mecânicos e eletromecânicos existentes e leitura dos contadores.

7. Posto de Transformação

Este serviço inclui análise de óleos dielétricos de modo a verificar a degradação e a humidade nos transformadores, o uso de termografia nos cabos, barramentos e disjuntores e uma monitorização contínua de temperaturas e tensões.

8. Quadros Elétricos

Este serviço inclui a limpeza periódica removendo pó e humidades, aperto de ligações prevenindo aquecimentos e/ou curto-circuitos, verificação de isolamento e resistência elétrica e a substituição programada de componentes sujeitos a desgaste (fusíveis, disjuntores, ETC.)

9. Responsabilidade TREIE

Este técnico é responsável por definir e validar todo o plano de manutenção, garantindo a segurança e conformidade legal da instalação. Como tal é responsável por supervisionar as intervenções assegurando sempre que detém de uma equipa de técnicos habilitados.

4.6 PLANO DE MANUTENÇÃO

4.6.1 Plano de Renovação de Ativos (CAPEX e OPEX)

A gestão de custos e investimentos em grandes projetos de construção constitui um desafio complexo que requer abordagens estratégicas diferenciadas. Entre as metodologias financeiras e contratuais mais utilizadas para estruturar este tipo de empreendimentos destacam-se o CAPEX (*Capital Expenditure*) e o OPEX (*Operational Expenditure*).

A compreensão das características, implicações e contextos de aplicação de cada modelo é essencial no âmbito da redução de custos, influenciando diretamente o planeamento financeiro, a distribuição de riscos, a definição de responsabilidades operacionais e a viabilidade económica de longo prazo dos projetos (Carvalho, 2025).

O CAPEX diz respeito às despesas de capital, ou seja, aos investimentos feitos na aquisição de bens duradouros com o objetivo de reforçar ou ampliar a capacidade produtiva da empresa. Neste âmbito incluem-se, por exemplo, máquinas, equipamentos, infraestruturas e instalações.

De modo a implementar um plano de manutenção, considera-se um investimento de 100 000,00 € para a contratação de todas as equipas intervenientes neste plano, aquisição de software para fazer a gestão de todos os ativos e de sensores para a monitorizarem as alterações de todos os equipamentos.

Já o OPEX corresponde às despesas operacionais, isto é, aos custos correntes indispensáveis ao funcionamento diário da organização. Aqui encontram-se gastos como manutenção, salários, contratação de serviços, consumíveis e energia.

Como já referido no capítulo 4.4.2 Implementação de manutenção preventiva e preditiva, o valor de OPEX no ano 0 foi de 524 000,00 € e o objetivo é no final de 5 anos reduzir este valor.

De forma geral, o CAPEX está associado a investimentos em ativos de longo prazo, enquanto o OPEX se relaciona com as despesas regulares da operação (Tractian, 2025b).

Como tal, o autor desta dissertação, com base em valores praticados durante a sua função, elaborou a seguinte Tabela 16 onde apresenta um plano estratégico para 5 anos que considera os gastos operacionais e investimentos para desenvolver o parque.

Tabela 16 - Plano estratégico para 5 anos

Ano	Investimentos Planeados	Manutenção Preventiva	Manutenção Corretiva	Custo Total Anual	Observação
Ano 0	100 000,00 €	- €	70 000,00 €	170 000,00 €	Kick-off: sensores, software e corretiva histórica
Ano 1	50 000,00 €	28 500,00 €	63 000,00 €	141 500,00 €	CBI + PT
Ano 2	40 000,00 €	28 500,00 €	59 500,00 €	128 000,00 €	ETAR + Quadros Elétricos
Ano 3	22 000,00 €	28 500,00 €	54 950,00 €	105 450,00 €	Grupo Gerador + Instalações Elétricas
Ano 4	10 000,00 €	28 500,00 €	50 750,00 €	89 250,00 €	Carreteis e Extintores + AVACs
Ano 5	5 000,00 €	28 500,00 €	47 950,00 €	81 450,00 €	Revisões Finais
TOTAL	227 000,00 €	142 500,00 €	346 150,00 €	715 650,00 €	

Através da Tabela 16 é possível observar o impacto que uma manutenção devidamente estruturada pode ter num complexo industrial. No Ano 0, o valor das reparações ascendia a 100 000,00 €, contudo, para efeitos de análise, apenas se considerou o montante de 70 000,00 €, uma vez que, de acordo com diversos estudos dos (Thomas & Weiss, 2021) e da (ATS, 2025), ambos indicam que parte dos custos associados à manutenção corretiva está relacionada com falhas inesperadas. Estima-se, em média, que 60–70 % dos custos anuais correspondam a imprevistos, enquanto apenas 30–40 % se relacionam com reparações previsíveis decorrentes do desgaste natural dos ativos.

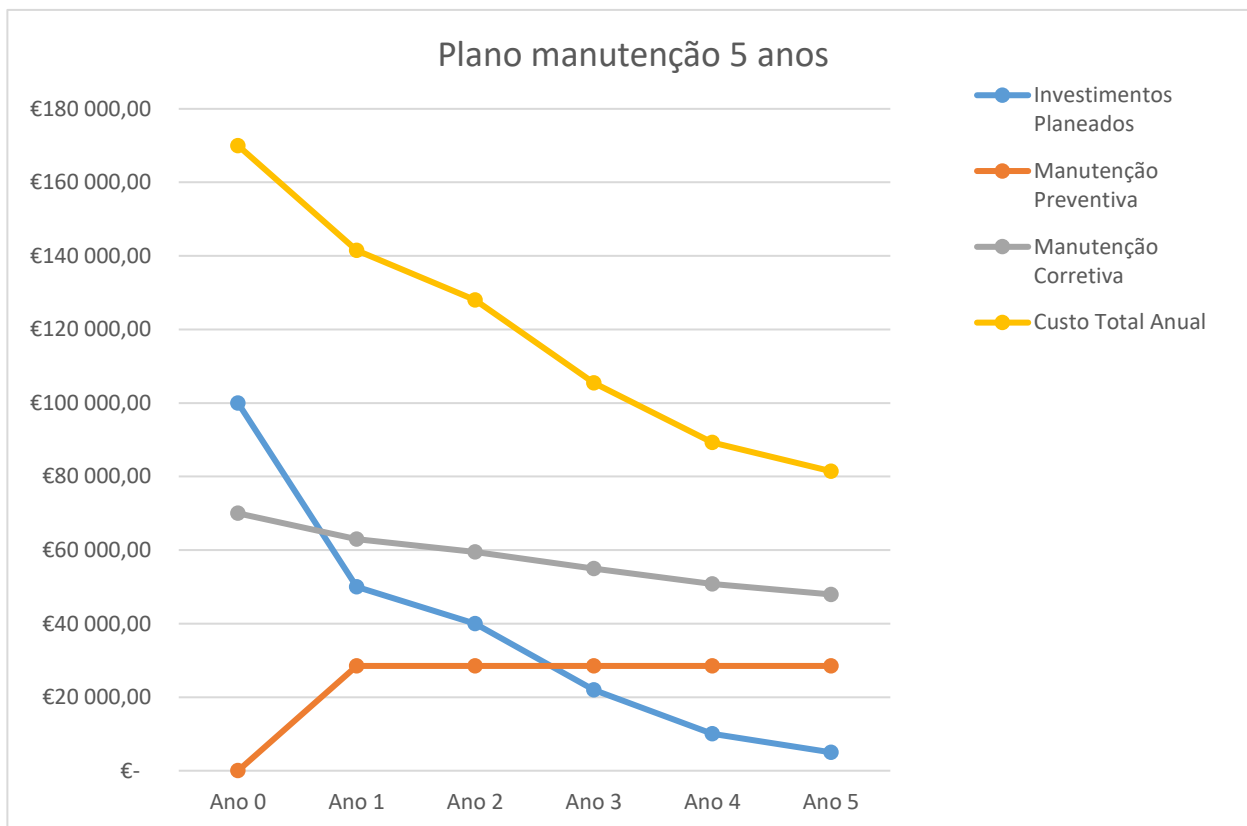


Gráfico 4 - Plano Estratégico para 5 anos

Neste contexto, verifica-se que os custos de manutenção corretiva diminuíram cerca de 31,5 % face ao Ano 0, enquanto os custos totais anuais (incluindo investimento) registaram uma redução de aproximadamente 51 %, resultado bastante expressivo para um plano implementado em apenas cinco anos.

Adicionalmente, observa-se pelo Gráfico 4, que ao longo do período em análise foi realizado um investimento faseado de cerca de 220 000,00 €, orientado não apenas para a plena operacionalização do plano de manutenção, mas também para intervenções de reabilitação gradual em ativos de menor criticidade, como escritórios, armazéns e pavimentos. Estas intervenções contribuíram para a valorização do complexo, permitindo o aumento progressivo das rendas e avenças praticadas. A longo prazo, esta estratégia de gestão de ativos evidencia-se como diferenciadora quando comparada com um cenário em que não existisse esta mentalidade estruturada de planeamento e valorização.

De acordo com (Des Moines Water Works, 2021), é possível reduzir até 11 % os consumos de água através da implementação de uma sensorização adequada. Já em termos de energia (Jagtap et al., 2021) demonstra que, em apenas quatro anos, foi possível reduzir a intensidade energética em 10,2 % com recurso a um sistema de gestão de energia certificado.

Com base nestes dados, será considerado, para efeitos de planeamento, um cenário de redução de 10 % em ambas as faturas de água e de energia ao longo dos cinco anos de análise. Os valores detalhados encontram-se na Tabela 18, que apresenta a evolução anual dos gastos após aplicação desta redução.

Tabela 17 – Custos ao longo dos anos

Área	Gastos Anuais ANO 0	Gastos Anuais ANO 1	Gastos Anuais ANO 2	Gastos Anuais ANO 3	Gastos Anuais ANO 4	Gastos Anuais ANO 5
Água	25 000,00 €	24 509,80 €	24 029,22 €	23 558,06 €	23 096,14 €	22 643,27 €
Desratização	1 500,00 €	1 500,00 €	1 500,00 €	1 500,00 €	1 500,00 €	1 500,00 €
Eletricidade	72 000,00 €	70 588,24 €	69 204,15 €	67 847,21 €	66 516,87 €	65 212,62 €
Elevadores	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €
Honorários Da Gestão	50 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €
Impostos	60 000,00 €	60 000,00 €	60 000,00 €	60 000,00 €	60 000,00 €	60 000,00 €
Limpeza	65 000,00 €	65 000,00 €	65 000,00 €	65 000,00 €	65 000,00 €	65 000,00 €
Limpeza Lixo	15 000,00 €	15 000,00 €	15 000,00 €	15 000,00 €	15 000,00 €	15 000,00 €
Limpeza Terrenos	10 000,00 €	10 000,00 €	10 000,00 €	10 000,00 €	10 000,00 €	10 000,00 €
Reparações	100 000,00 €	90 000,00 €	85 000,00 €	78 500,00 €	72 500,00 €	68 500,00 €
Segurança	80 000,00 €	80 000,00 €	80 000,00 €	80 000,00 €	80 000,00 €	80 000,00 €
Preventiva	28 500,00 €	28 500,00 €	28 500,00 €	28 500,00 €	28 500,00 €	28 500,00 €
Seguro	45 000,00 €	45 000,00 €	45 000,00 €	45 000,00 €	45 000,00 €	45 000,00 €
Investimento	100 000,00 €	50 000,00 €	40 000,00 €	20 000,00 €	10 000,00 €	5 000,00 €
Total	652 500,00 €	590 598,04 €	573 733,37 €	545 405,27 €	527 613,01 €	516 855,89 €

4.6.2 Investimentos

Os investidores aplicam uma parte significativa do seu capital nas empresas e, independentemente da dimensão do investimento realizado, o que pretendem é que o retorno obtido seja sempre superior ao valor investido. Para avaliar este desempenho é frequentemente utilizado o indicador ROI (*Return on Investment*), que permite calcular o benefício financeiro alcançado em relação ao montante aplicado (Piovesan, 2025).

O ROI é determinado através da divisão do lucro líquido pelo custo original do investimento, refletindo a rentabilidade da decisão tomada. Assim, quanto maior for a diferença positiva entre o lucro líquido e o custo inicial, maior será o benefício obtido pelo investidor (Piovesan, 2025).

Um ROI não só permite avaliar a eficácia da gestão do ativo, como também serve de apoio à tomada de decisões futuras. Com base nestes dados, os gestores podem definir se devem avançar com novos investimentos, proceder a atualizações ou optar pela desativação de ativos que já não acrescentem benefícios relevantes à organização (Saraf, 2023).

$$ROI = \frac{(\text{Valor Obtido} - \text{Valor Investido})}{\text{Valor Investido}} \times 100$$

Valor Obtido = Aumento das Rendas + Diminuição dos Gastos em Manutenção Corretiva

Valor Investido = Manutenção Preventiva + Investimentos.

Assim sendo e considerando que o valor de receita no ano 0 foi de 2 000 000,00 €, na Tabela 18 pode-se ver qual foi o retorno obtido perante tal investimento. Dado ao investimento praticado para melhoria do complexo, o valor das rendas aumentou cerca de 1,25% por ano.

Tabela 18 - Cálculo do ROI

ANO	Valor de Investimento (CAPEX + Plano de manutenção)	Receitas com Aumento de 1,25% Anualmente	Lucro comparado com o ano anterior	Manutenção Corretiva	Redução da Manutenção Corretiva Anualmente	Valor Obtido (Rendas + Redução dos Gastos de Manutenção)
Ano 0	100 000,00 €	2 000 000,00 €	-	70 000,00 €	- €	- €
Ano 1	78 500,00 €	2 025 000,00 €	25 000,00 €	63 000,00 €	7 000,00 €	32 000,00 €
Ano 2	68 500,00 €	2 050 312,50 €	50 312,50 €	59 500,00 €	10 500,00 €	60 812,50 €
Ano 3	50 500,00 €	2 075 941,41 €	75 941,41 €	54 950,00 €	15 050,00 €	90 991,41 €
Ano 4	38 500,00 €	2 101 890,67 €	101 890,67 €	50 750,00 €	19 250,00 €	121 140,67 €
Ano 5	33 500,00 €	2 128 164,31 €	128 164,31 €	47 950,00 €	22 050,00 €	150 214,31 €
TOTAL	369 500,00 €		381 308,89 €		73 850,00 €	455 158,89 €

Assim sendo pelos cálculos:

$$ROI = \frac{((381\,308,89 \text{ €} + 73\,850,00 \text{ €}) - 369\,500,00 \text{ €})}{369\,500,00 \text{ €}} \times 100 = \frac{((455\,158,89 \text{ €}) - 369\,500,00 \text{ €})}{369\,500,00 \text{ €}} \times 100 = 23 \%$$

Pode-se ver que ao fim de 5 anos, com o baixo aumento de renda face ao investimento que se propõe, pode-se retirar um retorno de investimento de cerca de 23 %.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÕES

Esta dissertação mostra que a Gestão de Ativos é hoje um ponto-chave para qualquer organização que dependa das suas infraestruturas e equipamentos, como acontece nos complexos industriais. Quando existe uma forma organizada e estruturada de gerir estes ativos, é possível reduzir custos, prolongar a vida útil dos equipamentos, diminuir riscos e garantir que tudo funciona de forma mais sustentável a longo prazo.

O conjunto de normas ISO 55000 dão um guia internacional de boas práticas nesta área. No entanto, por ser bastante genérica, a certificação por si só não significa que uma empresa seja excelente na sua gestão, mas sim que segue as linhas orientadoras. Aqui entra também o papel do *Institute of Asset Management* (IAM), que disponibiliza ferramentas como as “10 Capacidades” e a “Escala de Maturidade”, que ajudam as empresas a perceber onde estão, o que podem melhorar e como definir prioridades.

Mesmo que uma organização não queira obter certificação, aplicar os princípios da ISO 55000 em conjunto com as orientações do IAM traz benefícios claros: melhor desempenho, decisões de investimento mais seguras, maior confiança por parte de clientes e parceiros e uma gestão mais resiliente e preparada para o futuro.

No caso do complexo industrial estudado nesta dissertação, ficou evidente que a adoção de uma metodologia estruturada de gestão de ativos não só ajuda a tomar melhores decisões e a planear com mais rigor, como também cria valor e reforça a competitividade da organização.

Ainda assim, é importante reconhecer as limitações deste trabalho. Por se tratar de um estudo académico, não foi possível aplicar tudo em contexto real de empresa, recolher dados diretamente no terreno ou integrar a perceção dos colaboradores. Se no futuro este trabalho for colocado em prática num ambiente empresarial, será possível validar de forma mais concreta os benefícios identificados e perceber se os resultados correspondem de facto à realidade.

5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

A proposta apresentada neste trabalho demonstra a viabilidade e os benefícios de uma abordagem organizada à GA, não apenas no caso em estudo, mas também pela sua possibilidade de adaptação e replicação em diferentes contextos organizacionais. Entre as vantagens mais relevantes destacam-se:

- Maior fiabilidade operacional, através da redução da probabilidade de falhas inesperadas nos ativos críticos;

- Diminuição dos custos de manutenção corretiva, substituídos por estratégias preventivas e preditivas;
- Otimização do ciclo de vida dos ativos, aproveitando ao máximo a curva P-F;
- Melhoria da segurança de colaboradores, utilizadores e infraestruturas;
- Cumprimento das normas e requisitos regulamentares, nomeadamente da família ISO 55000;
- Apoio à tomada de decisão estratégica, suportado em dados fiáveis e indicadores de desempenho (KPIs);
- Maior sustentabilidade ambiental, pelo uso eficiente de recursos e prolongamento da vida útil dos equipamentos;
- Geração de valor económico, com redução de custos operacionais (OPEX) e planeamento mais eficaz dos investimentos futuros (CAPEX).

Para desenvolvimentos futuros, considera-se viável a implementação integral da metodologia proposta, desde que precedida por uma avaliação detalhada do nível de maturidade organizacional, o que permitirá identificar os pontos fortes e fracos da gestão atual. Com base nessa análise, torna-se possível definir prioridades, concentrando esforços nos ativos mais críticos, elaborar planos de manutenção adequados e garantir que estes não falham ao longo do seu ciclo de vida.

Se a organização mantiver uma abordagem reativa, intervindo apenas quando as falhas ocorrem, os custos tenderão a aumentar progressivamente, as infraestruturas degradar-se-ão mais rapidamente e a qualidade global do parque diminuirá. A médio e longo prazo, este cenário resultará em perda de valor e na desvalorização das rendas praticadas.

Em contrapartida, a adoção de práticas preventivas e preditivas, aliadas a um investimento contínuo e faseado, possibilitará uma renovação gradual e sustentada do parque, traduzindo-se em poupanças significativas, maior segurança operacional e valorização económica do empreendimento. A médio prazo, esta estratégia permitirá aumentar a atratividade do espaço e acompanhar o seu desenvolvimento com valorização progressiva das rendas.

Assim, é sugerido que a organização, avance para:

- Implementar progressivamente a ISO 55001, ajustada à sua realidade;
- Adotar ferramentas de apoio à decisão, como modelos de maturidade e metodologias de análise de risco (ex.: FMEA/FMECA);

- Investir em tecnologias digitais (IoT, sensores, plataformas de gestão de ativos como por exemplo o Infraspak), que permitam monitorizar em tempo real o desempenho dos ativos;
- Reforçar a cultura organizacional, sensibilizando colaboradores e gestores para a importância da GA como prática estratégica e não apenas operacional.

Desta forma, será possível evoluir de uma abordagem inicial para um modelo estruturado, sustentável e alinhado com as melhores práticas internacionais, consolidando a competitividade e a resiliência do complexo industrial a longo prazo.

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

AMCL. (2018). *Review of Highways England's Ability to Improve Efficiency from its Asset Management Capability Final Report*. www.amcl.com

ATS. (2025). *Predictive Maintenance Cost Savings*. https://www.advancedtech.com/blog/predictive-maintenance-cost-savings/?utm_source=.

BSI. (2008). *BSI PAS 55-1:2008*. <https://theiam.org/knowledge-library/bsi-pas-55/>.

Carvalho, L. R. F. de. (2025). *Estudo de Caso Comparativo: Modelos CAPEX e OPEX em Projetos de Construção de Infraestrutura e Industrial Petroquímico*. <https://www.linkedin.com/pulse/estudo-de-caso-comparativo-modelos-capex-e-opex-em-luiz-raymundo-b6lyf/>.

Davis, R. (2016). *An Introduction to Asset Management A simple but informative introduction to the management of physical assets Asset Management*. www.eatechnology.com

Des Moines Water Works. (2021). *ISO 50001 Energy Management System Case Study*.

Fernandes, C. O. (2020). *APLICAÇÃO DO FACILITY MANAGEMENT (FM) ? GESTÃO DOS ATIVOS AO PORTO CONSTITUIÇÃO PARK ? CENTRO DE TREINOS DO FC PORTO*.

Fractal. (2019). *KPI's essenciais em um software de gestão de ativos e manutenção EAM*. <https://www.fractal.com/pt-br/blog/indicadores-chave-de-desempenho>.

Fractal. (2023). *Fractal*. <https://www.fractal.com/pt-pt/blog/iot-e-asset-performance-management>.

IAM. (2014). *SAM*. www.theIAM.org

IAM. (2015). *IAM*. www.theIAM.org

IAM. (2024). *IAM-anatomy-version-4-final*.

IBM. (2022). *Predictive maintenance. Predictable trains*. <https://www.ibm.com/case-studies/downer?>

Infraspeak. (2022). *Como calcular a vida útil de um ativo?* <https://blog.infraspeak.com/pt-pt/como-calcular-a-vida-util-de-um-ativo/>.

Infraspeak. (2023). *Infraspeak*. <https://blog.infraspeak.com/pt-pt/gestao-de-ativos/>.

- InfraSpeak. (2024). *InfraSpeak Soluções*. <https://infraspeak.com/pt-pt/solucoes/software-facility-management>.
- ISO. (2016a). *ISO 55000 - 2016*. www.ipq.pt
- ISO. (2016b). *ISO 55001 - 2016*. www.ipq.pt
- ISO. (2016c). *ISO 55002 - 2016*. www.ipq.pt
- ISO. (2017). *Is ISO 55001 for me?*
- ISO. (2018). *ISO 55002 Baseada em experiências reais*.
- ISO. (2019). *Compreender os benefícios de um Sistema de Gestão de Ativos ISO 55001 Gestão de Ativos*.
- Jagtap, S., Skouteris, G., Choudhari, V., Rahimifard, S., & Duong, L. N. K. (2021). Article an internet of things approach for water efficiency: A case study of the beverage factory. *Sustainability (Switzerland)*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063343>
- Logisc. (2025). *Benchmarking logístico: como avaliar e melhorar o desempenho das operações*. <https://www.linkedin.com/pulse/benchmarking-log%C3%ADstico-como-avaliar-9mxjf/>.
- Markham, J. (2022). *Sund & Baelt – IBM Maximo Case study*. https://macs.eu/sund-baelt-ibm-maximo-case-study/?utm_source.
- Martins, J. C. (2015). *O papel da engenharia na gestão de ativos de uma unidade industrial*.
- Marujo, M. Â. R. (2020). *Modelo de avaliação dos processos de gestão de ativos físicos numa organização. Caso de estudo*. INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA.
- Mayers, A. (2018). *P-F Curves and Asset Management*. <https://aspec.com.au/p-f-curves-asset-management/>.
- NEWEA. (2019). *Definitions and Benefits of Asset Management*. <https://www.newea.org/about-us/committees/asset-management-committee/am-resource-center/definitions-and-benefits-of-asset-management/>
- Nextbitt. (2025). *O que é a gestão sustentável de activos e como implementá-la*. <https://nextbitt.com/pt-pt/blog/what-sustainable-asset-management-is-and-how-to-implement-it>.
- Oliveira, M. R. (2016). *APRECIÇÃO DO RISCO E A FMEA*.

- Owen, A. (2025). *A Comprehensive Cost-Benefit Analysis of Preventive Maintenance Versus Corrective Maintenance: Assessing the Financial Impact and Operational Benefits in Engineering*. <https://www.researchgate.net/publication/389501396>
- Pinto, L. (2018). *GESTÃO DE ATIVOS*.
- Piovesan, P. (2025). *Calculadora de ROI: Descubra o que é, e como usar na indústria*. <https://traction.com/blog/roi-descubra-o-que-e-e-como-usar>.
- Santos, J. (2018). *APLICAÇÃO DA NORMA ISO 55000 NA GESTÃO DE ATIVOS DE UM EMPREENDIMENTO DE ECOTURISMO*.
- Saraf. (2023). *Medindo o ROI (retorno sobre investimento) na gestão de ativo imobilizado*. <https://www.linkedin.com/pulse/medindo-o-roi-retorno-sobre-investimento-na/>.
- Teófilo, D. (2024). *Análise SWOT e Benchmarking com Dados*. <https://www.linkedin.com/pulse/an%C3%A1lise-swot-e-benchmarking-com-dados-daniel-te%C3%B3filo-kwuxf/>.
- Thomas, D., & Weiss, B. (2021). Maintenance costs and advanced maintenance techniques in manufacturing machinery: Survey and analysis. *International Journal of Prognostics and Health Management*, 12(1), 1–13. <https://doi.org/10.36001/IJPHM.2021.V12I1.2883>
- Tractian. (2025a). *Ciclo de vida de ativos: predição para longevidade*. <https://traction.com/blog/ciclo-de-vida-de-ativos-predicao-como-remedio-para-longevidade>.
- Tractian. (2025b). *Como reduzir custos com CAPEX e OPEX na manutenção*. <https://traction.com/blog/como-reduzir-custos-capex-opex-manutencao>.
- Vigoroso, M. (2025). *IBM Maximo 9.1: The AI-Powered Asset Management Revolution is Here*. <https://erp.today/ibm-maximo-9-1-the-ai-powered-asset-management-revolution-is-here/>.

Índice De Anexos

Anexo 1 – Tabela FMEA.....	77
Anexo 2 – Critérios de Seleção ISO 55001.....	80
Anexo 3 – Plano de manutenção.....	88

ANEXO 1 – TABELA FMEA

Componente	Função do Componente	Falhas Possíveis			Atual	Índices				Plano de Ação			Novo RPN
		Modo de Falha	Efeitos da Falha	Causas		Controles Atuais	S	O	D	RPN	Ações Recomendadas	Responsável e Prazo	
CBI	Pressurizar água para combate a incêndio	Falha no arranque do motor	Sistema sem pressão, indisponibilidade da rede, risco de incêndio	Contatores desgastados, falta de manutenção e humidade em quadros	Teste semanal automático, inspeção visual de quadros e termografia semestral	10	4	6	240	Substituir contatores, alarme de falha de arranque	Manutenção elétrica – 30 dias	Contactores substituídos; teste automático configurado	80
Quadros elétricos	Distribuição e proteção elétrica de baixa tensão	Aquecimento por aperto deficiente em barramentos	Risco de incêndio, disparos e paragem de produção	Afrouxamento por dilatação térmica e falta de reaperto	Termografia semestral e inspeção visual	9	4	5	180	Reaperto anual sistemático, marcadores de torque e etiquetar pontos críticos	TREIE / Elétrica – 60 dias	Plano de reaperto implementado	81
Grupo Gerador	Fornecer energia de emergência em falha da rede	Não entra em serviço (fail-to-start)	Paragem total das instalações e perda de serviços críticos	Bateria descarregada, combustível degradado e falha de ATS	Arranque semestral, verificação de níveis e teste mensal com carga	10	3	5	150	Polimento de combustível e teste automático com carga fictícia	Elétrica / Operações – 30 dias	Rotina automática criada	60
Portões	Controlar acessos de veículos e pessoas com segurança	Rutura do cabo/contrapeso	Portão inoperável e risco para pessoas/viaturas	Desgaste sem inspeção e lubrificação deficiente	Check mensal e registo de horas de serviço	8	4	6	192	Substituição preventiva, guarda anti-queda e lubrificação programada	Manutenção mecânica – 30 dias	Guarda instalada	96
Postes iluminação	Garantir iluminação de vias e zonas operacionais	Queda do poste por corrosão da base	Acidente grave, danos pessoais e materiais	Ambiente agressivo e falta de manutenção	Inspeção visual mensal	10	2	7	140	Pintura anticorrosiva e substituir bases críticas	Elétrico – 60 dias	Inspeções executadas e bases substituídas	40

ANEXO 2 – CRITÉRIOS DE SELEÇÃO ISO 55001

Propósito & Contexto	
Finalidade e Contexto Organizacional	Os processos e atividades destinados a conceber, implementar e manter uma abordagem de Gestão de Ativos devem estar alinhados com a missão e os objetivos da organização. Isto inclui definir o âmbito e os limites da Gestão de Ativos, bem como os objetivos da organização que a Gestão de Ativos deve apoiar e concretizar. Estas atividades podem ter em conta o valor tanto de ativos financeiros como não financeiros.
Gestão das Partes Interessadas	É a forma estruturada e documentada que a organização utiliza para identificar, envolver e gerir as necessidades e expectativas de todas as partes interessadas, internas e externas, que criam valor para a organização ou são impactadas por ela.
Liderança & Governação	
Liderança em Gestão de Ativos	A liderança é essencial para promover uma abordagem de Gestão de Ativos ao longo de todo o ciclo de vida dos ativos, de forma a garantir a concretização dos Planos Estratégicos da organização e dos objetivos definidos para a Gestão de Ativos
Política de Gestão de Ativos	A Política de Gestão de Ativos formaliza o compromisso da organização nesta área, assegurando que os princípios de gestão de ativos estão alinhados com a visão, missão, objetivos estratégicos e metas da organização. Além disso, estabelece uma orientação clara para todos os stakeholders no desenvolvimento e implementação do plano estratégico de Gestão de Ativos e na definição dos respetivos objetivos.
Sistema de Gestão de Ativos	Conjunto de elementos interligados ou interativos dentro da organização que permitem criar, rever e manter a Gestão de Ativos, as suas políticas, objetivos e processos. Inclui também os métodos utilizados para avaliar continuamente se o sistema está a cumprir os seus objetivos, bem como iniciativas de melhoria contínua. O Sistema de Gestão de Ativos deve articular-se com outros sistemas formais de gestão existentes na organização.
Garantia e Auditoria de Gestão de Ativos	Conjunto de processos estruturados que a organização utiliza para garantir e auditar se o sistema de Gestão de Ativos está a ser eficaz. Este processo assegura que os objetivos organizacionais e de gestão de ativos estão a ser atingidos e que os ativos cumprem a sua função prevista

Normas Técnicas e Legislação	Processo através do qual a organização assegura que todas as suas atividades, incluindo as relacionadas com a Gestão de Ativos, estão em conformidade com as normas técnicas aplicáveis, regulamentos e legislação em vigor.
Organização & Pessoas	
Arranjos Organizacionais	Descreve como a organização é estruturada para facilitar uma cultura eficaz de Gestão de Ativos e reconhecer de que forma os papéis e responsabilidades nesta área contribuem para alcançar os objetivos de Gestão de Ativos.
Cultura Organizacional	A cultura, no contexto da Gestão de Ativos, corresponde ao modo como as pessoas pensam e agem em resposta à visão, valores e regras (formais e informais) da organização. Reflete-se nos processos e comportamentos que permitem cumprir os objetivos de Gestão de Ativos
Gestão de Competências	Conjunto de processos usados pela organização para definir, desenvolver e manter um número suficiente de pessoas competentes e motivadas, capazes de executar as atividades necessárias para atingir os objetivos da Gestão de Ativos. Inclui mecanismos para gerir competências desde a administração até ao local de trabalho.
Gestão da Mudança Organizacional	Abordagem estruturada para gerir o lado humano da mudança. Dá apoio às pessoas durante alterações nos processos, tecnologias, alinhamento organizacional e cultura associados à Gestão de Ativos. Envolve planeamento, implementação, comunicação e manutenção da mudança até se alcançar o resultado pretendido.
Estratégia & Planeamento	
Análise da Procura	Consiste em compreender e avaliar as variáveis que influenciam a procura (económicas, sociais, ambientais e de stakeholders) para antecipar cenários futuros e permitir uma gestão eficaz dos ativos. Inclui processos para avaliar, analisar e influenciar a procura, bem como verificar a capacidade dos ativos para a satisfazer.
Desenvolvimento Sustentável	Abordagem holística e multidisciplinar que integra economia, responsabilidade ambiental, responsabilidade social e governação. O objetivo é assegurar que as atividades da organização são sustentáveis a longo prazo, enquanto se cumprem os objetivos estratégicos.

Estratégia e Objetivos de Gestão de Ativos	Estão definidos no Plano Estratégico de Gestão de Ativos (SAMP). Este plano traduz os objetivos organizacionais em objetivos concretos de Gestão de Ativos, define o sistema e abordagem a seguir, e descreve as estratégias e ações necessárias para alcançar esses objetivos.
Planeamento	Envolve a preparação dos documentos e planos estratégicos relevantes, como o Plano Estratégico de Gestão de Ativos. O planeamento especifica em detalhe atividades, recursos, responsabilidades, prazos e riscos que têm de ser geridos para atingir os objetivos de Gestão de Ativos
Estratégia & Planeamento Operacional	Estratégia e Planeamento de Paragens e Interrupções (STO) Refere-se aos processos da organização para identificar, planear, programar, executar e controlar trabalhos relacionados com paragens, manutenções planeadas, remodelações ou substituições de ativos. As interrupções planeadas (shutdowns) acontecem para manutenção, modernização ou substituição de equipamentos. As interrupções não planeadas (outages) resultam de falhas inesperadas, como quebras de energia ou avarias. Um evento STO inclui desde a paragem segura do sistema, entrega para manutenção, execução dos trabalhos e reativação até ao restabelecimento do nível de serviço. Em alguns setores, pode ser necessário certificação antes da entrega de novo ao serviço.
Planeamento de Contingência & Análise de Resiliência	O planeamento de contingência corresponde a políticas, planos e sistemas que permitem à organização responder e recuperar de crises, falhas ou desastres, assegurando a continuidade das funções críticas e o regresso às operações normais. A análise de resiliência avalia, com base no risco, a capacidade da organização e dos ativos para resistir, adaptar-se e recuperar de perturbações. Inclui tanto a resiliência dos ativos físicos como a resiliência organizacional (planeamento, gestão, resposta e recuperação).
Gestão de Recursos	Envolve definir estratégias, gerir atividades e processos para mobilizar pessoas (internas e externas), equipamentos, materiais e serviços, de forma a cumprir os objetivos e planos de Gestão de Ativos.
Gestão da Cadeia de Abastecimento	Processo que assegura o fornecimento de todos os equipamentos, ferramentas e recursos necessários à execução eficaz das atividades de Gestão de Ativos, garantindo o alinhamento com os objetivos definidos.
Realização de Valor ao Longo do Ciclo de Vida	Atividades da organização que asseguram a concretização do valor máximo dos investimentos e benefícios, considerando todas as fases do ciclo de vida dos ativos (aquisição, operação, manutenção, melhorias, renovação e desativação).

Custos e Avaliação de Ativos	Processo que permite capturar, analisar e gerir os custos totais (TOTEX) de um ativo ou sistema de ativos ao longo do seu ciclo de vida, incluindo planeamento, projeto, aquisição, operação, manutenção e desmantelamento. A avaliação de ativos quantifica o valor de acordo com normas contabilísticas, apoiando a tomada de decisões em investimentos, gestão de riscos e desempenho.
Tomada de Decisão em Gestão de Ativos	
Tomada de Decisão	As decisões são tomadas em condições de incerteza, complexidade e restrições. Constituem a principal forma de alocar e realocar os recursos limitados da organização de acordo com a sua visão estratégica. Incluem a definição de políticas, princípios, critérios, ferramentas de apoio à decisão e análise de riscos ou oportunidades. O objetivo é selecionar as melhores alternativas e soluções ao longo de todo o ciclo de vida dos ativos, gerando valor para as partes interessadas.
Entrega ao Longo do Ciclo de Vida	
Criação e Aquisição de Ativos	Abrange todas as atividades ligadas ao planeamento, aquisição, conceção, fornecimento, fabrico, instalação, comissionamento e transição dos ativos e sistemas associados nas várias fases do ciclo de vida.
Engenharia de Sistemas	Abordagem interdisciplinar e colaborativa que procura conceber, validar e gerir soluções equilibradas que satisfaçam as expectativas das partes interessadas e os objetivos da organização. Funciona como garantia de que todos os requisitos são considerados (técnicos, de subsistemas, de integração e interoperabilidade).
Fiabilidade Integrada	Capacidade de um ativo ou sistema para desempenhar a sua função, durante a sua vida útil, em determinado ambiente ou sob condições específicas. A fiabilidade integrada baseia-se num conjunto de políticas, princípios e práticas de engenharia para monitorizar e melhorar o desempenho, reduzir falhas potenciais, minimizar tempos de inatividade e otimizar o funcionamento durante todo o ciclo de vida.
Operações dos Ativos	Incluem políticas, processos e procedimentos utilizados pela organização para operar os seus ativos de forma a cumprir os objetivos estratégicos da Gestão de Ativos.

Execução da Manutenção	<p>Abrange a gestão dos trabalhos de manutenção (de ativos tangíveis e intangíveis) ao longo de todo o ciclo de vida.</p> <p>Dá importância à gestão da informação sobre manutenção e ao registo histórico. Inclui a necessidade de rever periodicamente as estratégias de manutenção para garantir a adequação face à vida útil e criticidade dos ativos.</p>
Gestão e Resposta a Incidentes	<p>Processo estruturado de resposta a incidentes, considerando a gravidade, risco ou criticidade.</p> <p>Cobre todas as fases: identificação, escalonamento, comunicação, resposta, investigação, resolução e recolha de dados.</p> <p>Baseia-se em planos de contingência e análises de resiliência, com o objetivo de proteger as pessoas, os ativos e a reputação da organização.</p>
Reaproveitamento ou Eliminação de Ativos	<p>Envolve os processos usados por uma organização para dismantelar, retirar, reutilizar, recuperar ou eliminar ativos. As razões podem ser: deterioração, avanços tecnológicos, obsolescência, alteração no desempenho ou requisitos legais, regulatórios e de capacidade.</p>
Gestão da Informação	
Estratégia de Dados e Informação em Gestão de Ativos	<p>Abordagem estratégica para definir, recolher, gerir, eliminar, analisar, reportar e governar dados e informação relacionados com a Gestão de Ativos, assegurando o suporte à estratégia e objetivos da organização.</p>
Gestão do Conhecimento	<p>Processo dinâmico de identificar, organizar, reter e partilhar conhecimento. Inclui transformar conhecimento tácito em explícito através de socialização, documentação, combinação e integração.</p>
Normas de Dados e Informação de Ativos	<p>Definição de uma estrutura e formato consistentes para adquirir, manter e usar dados e informação de suporte às atividades da organização. Garante que os dados têm um propósito claro, são úteis e mantêm qualidade adequada.</p>
Gestão de Dados e Informação de Ativos	<p>Abrange os processos necessários para gerir e governar todos os dados e informação relacionados com os ativos.</p>
Sistemas de Dados e Informação de Ativos	<p>Os sistemas de dados e informação em Gestão de Ativos apoiam as atividades e decisões da organização, de acordo com a estratégia definida e em alinhamento com os processos do quadro de referência internacional (ex.: GFMAM).</p>

Gestão da Configuração	<p>Processo de gestão que garante a consistência entre os atributos físicos e funcionais de um ativo e os requisitos definidos no seu projeto e dados operacionais.</p> <p>Fornecer informação sobre a configuração atual do ativo e a sua relação com a função que desempenha no sistema.</p>
Gestão do Risco	
Risco	<p>Trata da gestão das incertezas ligadas aos objetivos da Gestão de Ativos. Envolve políticas e processos para identificar, quantificar, mitigar e explorar riscos e oportunidades associados aos ativos atuais e futuros, de forma a apoiar os objetivos organizacionais.</p>
Revisão & Melhoria Contínua	
Monitorização	<p>A monitorização é um processo dinâmico que depende da utilização eficaz de dados e métricas (financeiras e não financeiras) para avaliar continuamente a criação de valor pelos ativos e a sua gestão ao longo do ciclo de vida. O núcleo do processo é a análise baseada em dados, permitindo aos decisores tomar escolhas fundamentadas sobre utilização, investimento e otimização dos ativos. Compreender claramente o valor realizado pelos ativos ajuda as organizações a ajustar estratégias, melhorar o desempenho e aumentar a eficácia global.</p>
Melhoria Contínua	<p>Processo contínuo de analisar o desempenho, identificar oportunidades e implementar pequenas mudanças incrementais para aumentar o valor gerado pelos ativos.</p>
Gestão da Mudança	<p>Abordagem sistemática que organiza os processos de identificação, avaliação, implementação e comunicação de mudanças relacionadas com ativos e processos da organização.</p>
Valor & Resultados	
Resultados e Impactos	<p>São os processos que avaliam até que ponto a implementação das atividades de Gestão de Ativos permite atingir os objetivos definidos. Também analisam como esses objetivos contribuem para os resultados organizacionais mais amplos e para responder às necessidades das partes interessadas. A revisão periódica dos resultados e impactos permite ajustar os objetivos sempre que necessário, assegurando que os resultados esperados são alcançados.</p>

ANEXO 3 – PLANO DE MANUTENÇÃO

Área	Tarefa	Periodicidade
AVACs - Unidades Exteriores	Verificação geral de funcionamento	Trimestral
AVACs - Unidades Exteriores	Teste de dispositivos de comando e proteção	Trimestral
AVACs - Unidades Exteriores	Verificação do consumo de compressores	Semestral
AVACs - Unidades Exteriores	Medição de consumo de ventiladores	Semestral
AVACs - Unidades Exteriores	Verificação de funcionamento de variadores de frequência	Trimestral
AVACs - Unidades Exteriores	Teste de sondas de controlo	Semestral
AVACs - Unidades Exteriores	Reaperto de contactos elétricos	Semestral
AVACs - Unidades Exteriores	Deteção de pontos de corrosão estrutural	Anual
AVACs - Unidades Exteriores	Inspeção visual de eventuais derrames que indiquem fugas de fluido refrigerante	Anual
AVACs - Unidades Exteriores	Executar teste de funcionamento	Trimestral
AVACs - Unidades Exteriores	Ensaio que possam conduzir à deteção de eventuais avarias futuras	Trimestral
AVACs - Unidades Exteriores	Limpeza dos permutadores das unidades exteriores	Semestral
AVACs - Unidades Interiores	Verificação geral de funcionamento	Trimestral
AVACs - Unidades Interiores	Teste de dispositivos de comando e proteção	Trimestral
AVACs - Unidades Interiores	Verificação de funcionamento de flaps	Trimestral
AVACs - Unidades Interiores	Teste de sondas de controlo	Semestral
AVACs - Unidades Interiores	Limpeza de filtros das unidades interiores	Trimestral
AVACs - Unidades Interiores	Inspeção visual de eventuais derrames que indiquem fugas de fluido refrigerante	Anual
AVACs - Unidades Interiores	Teste de dispositivos de comando das unidades interiores	Trimestral

AVACs - Unidades Interiores	Testes de funcionamento	Trimestral
AVACs - Unidades Interiores	Ensaios que possam conduzir à deteção de eventuais avarias futuras	Trimestral
Carreteis e Extintores	Manutenção extintores de acordo com a norma NP 4413	Anual
Carreteis e Extintores	Manutenção da rede de incêndio armada	Anual
Central Bombagem de Incêndio	Verificação geral de funcionamento	Semestral
Central Bombagem de Incêndio	Verificação de consumo do motor	Semestral
Central Bombagem de Incêndio	Verificação e ajuste de veio de transmissão (se aplicável)	Semestral
Eletrobombas da Cisternas	Reaperto de contactos elétricos	Semestral
Central Bombagem de Incêndio	Deteção de pontos de corrosão estrutural	Anual
Central Bombagem de Incêndio	Teste de dispositivos de comando e proteção	Semestral
Central Bombagem de Incêndio	Ensaios que possam conduzir à deteção de eventuais avarias futuras	Semestral
ETAR	Verificar funcionamento dos equipamentos	Mensal
ETAR	Medição de consumos	Mensal
ETAR	Execução de testes de processo in situ e respetivas análises in situ de PH, O2 e V30	Mensal
ETAR	Recolha e análise em laboratório acreditado à entrada e saída da ETAR dos parâmetros: PH, CBO, CQO, SST, azoto total, fósforo total, hidrocarbonetos totais, óleos e gorduras	Mensal
ETAR	Recolha e análise de SST e SSV no tanque de arejamento	Mensal

Grupo Gerador	Verificação do nível de água no depósito de expansão do radiador	Semestral
Grupo Gerador	Inspeção/apertos e estado dos apoios do radiador	Semestral
Grupo Gerador	Verificar nível de óleo do motor	Semestral
Grupo Gerador	Verificar funcionamento da resistência de pré-aquecimento (motor morno)	Semestral
Grupo Gerador	Verificar fugas no motor (óleo, combustível, água)	Semestral
Grupo Gerador	Testar se sinalizadores no módulo acendem	Semestral
Grupo Gerador	Verificar nível de eletrólito da bateria	Semestral
Grupo Gerador	Beneficiar bornes da bateria (limpeza, vaselina, reaperto)	Anual
Grupo Gerador	Verificar tensão de correias alternador e BB água	Semestral
Grupo Gerador	Registar nível de combustível no depósito	Semestral
Grupo Gerador	Prova de funcionamento durante 15 minutos	Semestral
Grupo Gerador	Registar frequência do alternador	Semestral
Grupo Gerador	Registar tensões e consumos	Semestral
Grupo Gerador	Anotar tensão de recarga das baterias	Semestral
Grupo Gerador	Limpeza geral do grupo	Semestral
Grupo Gerador	Rubricar registo de intervenção na sala do grupo (se aplicável)	Semestral
Grupo Gerador	Registar horas de funcionamento após paragem	Semestral
Grupo Gerador	Remover filtro de ar para limpeza/substituição	Anual
Grupo Gerador	Substituir Líquido de Refrigeração (se aplicável)	Anual
Grupo Gerador	Substituir óleo do motor (se aplicável)	Anual
Grupo Gerador	Substituir filtro(s) de combustível (se aplicável)	Anual
Grupo Gerador	Substituir filtro(s) de óleo (se aplicável)	Anual
Grupo Gerador	Substituir filtro(s) de água (se aplicável)	Anual
Grupo Gerador	Substituir Kit de Correias (se aplicável)	Anual
Grupo Gerador	Repor o grupo em modo automático (Standby)	Semestral
Grupo Gerador	Vistoria geral da estrutura e componentes e apreciar o estado de conservação	Semestral
Instalação Geral	Verificação do estado geral de funcionamento	Semanal
Instalação Geral	Ensaios que possam conduzir à deteção de eventuais avarias futuras	Semanal

Instalação Geral	Arranque em vazio do grupo gerador	Quinzenal
Instalação Geral	Contagens de energia	Mensal
Posto de Transformação	Afinações/lubrificações de todos os órgãos de corte e respetivos de comandos	Anual
Posto de Transformação	Termo visão sobre todas as ligações elétricas existentes	Anual
Posto de Transformação	Inspeção visual do Quadro Elétrico	Anual
Posto de Transformação	Inspeção visual dos equipamentos	Anual
Posto de Transformação	Limpeza geral do Posto de Transformação	Anual
Posto de Transformação	Limpeza dos barramentos de média tensão	Anual
Posto de Transformação	Limpeza do(s) transformador(es)	Anual
Posto de Transformação	Reaperto de todos os órgãos de corte e proteção	Anual
Posto de Transformação	Limpeza do Quadro Geral de Baixa Tensão	Anual
Posto de Transformação	Verificação dos sistemas de proteção	Anual
Posto de Transformação	Teste mecânicos e elétricos	Anual
Posto de Transformação	Verificação do estado da sílica gel (se aplicável)	Anual
Posto de Transformação	Reaperto de contatos elétricos em barramento, bornes, aparelhagem e todas as ligações	Anual
Posto de Transformação	Verificação do nível de óleo dos transformadores (se aplicável)	Anual
Posto de Transformação	Verificação do estado, funcionamento e segurança de todos os equipamentos e aparelhagem	Anual
Posto de Transformação	Verificar a operação dos dispositivos de sinalização como lâmpadas e leds	Anual
Posto de Transformação	Verificar os níveis de tensão simples e compostos e face à terra de proteção	Anual
Posto de Transformação	Verificação do funcionamento da iluminação normal	Anual
Posto de Transformação	Verificação do funcionamento iluminação de emergência	Anual

Posto de Transformação	Verificação das ligações equipotenciais	Anual
Quadros Elétricos	Inspeccionar o armário, buçins, painéis e portas	Semestral
Quadros Elétricos	Verificar a fixação e operação de dobradiças, fechos, trincos, puxadores e outros acessórios	Semestral
Quadros Elétricos	Verificar os ligadores e os condutores de terra e proteção	Semestral
Quadros Elétricos	Verificar o estado geral de condutores de eletrificação, alertando para execução de testes de isolamento de carga	Semestral
Quadros Elétricos	Verificar a colocação de máscaras nos rasgos abertos em painéis e portas	Semestral
Quadros Elétricos	Verificar se os sinalizadores de fase e etiquetas de advertência estão corretos	Semestral
Quadros Elétricos	Verificar a identificação dos circuitos e avisos de segurança	Semestral
Quadros Elétricos	Inspeccionar a eventual existência de vibrações ou zumbidos nos aparelhos	Semestral
Quadros Elétricos	Verificar a fixação de componentes e contactos	Semestral
Quadros Elétricos	Verificar estado, funcionamento e segurança de todos os equipamentos e aparelhagem	Semestral
Quadros Elétricos	Verificação/ajuste de órgãos de proteção e comando	Semestral
Quadros Elétricos	Verificar a operação dos dispositivos de sinalização como lâmpadas e leds	Semestral
Quadros Elétricos	Verificar os níveis de tensão simples e compostos e face à terra de proteção	Semestral
Quadros Elétricos	Verificar e reapertar contactos elétricos em barramento, bornes e aparelhagem	Semestral
Quadros Elétricos	Verificação de juntas/isoladores hidráulicos	Anual