



isec
Engenharia

MESTRADO EM ENGENHARIA E
GESTÃO INDUSTRIAL

**Da Gestão da Manutenção à Gestão de
Ativos Físicos – Uma Abordagem
Integrada.**

PROVISÓRIO

Autor

Ricardo Williams Nogueira Consiglierio

Orientador

Professor Doutor José Manuel Torres Farinha

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, dezembro 2022



isec

Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
ELETROTÉCNICA

Da Gestão da Manutenção à Gestão de Ativos Físicos – Uma Abordagem Integrada.

Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Autor

Ricardo Williams Nogueira Consigliero

Orientador

Professor Doutor José Manuel Torres Farinha

Co-Orientador

Professor Doutor Hugo David Nogueira Raposo

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, dezembro 2022

AGRADECIMENTOS

Em primeiro sempre minha gratidão à Deus, pois é Nele em quem sempre posso confiar.

Ao meu orientador Professor Doutor Torres Farinha, que me acolheu antes de iniciar o curso e que para além da orientação na dissertação também me orienta em várias situações pessoais.

Ao meu co-orientador Professor Doutor Hugo Raposo, que foi o professor da unidade curricular de ativos técnicos, matéria que me animou ainda mais a escrever minha dissertação nesta área de gestão de ativos físicos, e que me apoiou à distância juntamente com o vosso colega Edmundo Pais durante o ano de 2021.

À minha família que sempre me incentivou, apoiou, motivou e esteve presente mesmo à distância em todos os momentos desta jornada.

Aos meus amigos que por diversas vezes foram meu suporte emocional e de conhecimento.

E por último à minha recém-nascida filha e à minha amada companheira de vida que sempre apoiou esta decisão de realizar o mestrado.

RESUMO

O conceito de gestão de ativos físicos é uma matéria relativamente nova quando comparada à gestão da manutenção. Porém, vem ocupando um importante espaço no mercado, por trazer novas visões à área da manutenção, agregando novos conhecimentos e preocupações com os equipamentos, principalmente para uma melhor atuação do ponto de vista organizacional. Paralelamente, a gestão de ativos físicos já é normalizada mundialmente através das normas da família ISO 5500X.

Na gestão de ativos físicos há um foco maior no ciclo de vida dos ativos físicos quebrando, assim, alguns paradigmas da manutenção e preocupando-se com KPI's (Key Performance Indicator) que vão além dos tradicionais já utilizados na manutenção.

A preocupação com o ciclo de vida completo dos ativos físicos inicia-se desde o seu projeto até ao seu abate, existindo uma preocupação da organização desde o princípio do projeto com os aspetos financeiros, nomeadamente os custos de investimento, operação e descarte, momento este que, para além da financeira, também tem uma preocupação ambiental, no momento do abate do ativo físico.

O objetivo deste trabalho foi o de compreender melhor como algumas organizações reagem à gestão de ativos físicos, tendo em vista que o mercado está a começar a exigir um maior controlo e planeamento dos seus ativos físicos, uma vez que estes estão a tornar-se um fator crítico de decisões organizacionais.

Na presente dissertação foi desenvolvido um questionário e enviado para diversas empresas com foco no mercado português e brasileiro com o intuito de se obter informação para melhor compreender e realizar uma análise da perceção dos envolvidos no processo de certificação pela norma ISO 55001. Todavia, com o decorrer do trabalho, a análise foi realizada de maneira diferente do planeado em função das diversas dificuldades de se obter informação pertinente, e também foi acrescentada informações da minha experiência profissional ao longo de mais de 15 anos na engenharia e gestão de manutenção.

Assim sendo, através destas dificuldades encontradas juntamente com as poucas respostas obtidas, foi possível realizar uma comparação entre a informação obtida pelo questionário e a informação obtida através de conversas com algumas pessoas que não quiseram preencher o questionário.

Palavras-Chave: Gestão de Ativos Físicos; Gestão de Manutenção; ISO 55000.

ABSTRACT

Physical asset management is a relatively new subject when compared to maintenance management. However, it is filling an important gap in the market, for bringing new points of view to the maintenance area, adding new knowledge and concerns with the equipment, mainly for a better performance from the organizational point of view. At the same time, the management of physical assets is already standardized worldwide through the ISO 5500X family standards.

In the physical assets management, there is a greater focus on the life cycle of physical assets, thus breaking some maintenance paradigms and worrying about KPI's that go beyond the traditional ones already used in maintenance.

The concern with the complete life cycle of physical assets starts from its design to its decommissioning, with the organization being concerned from the beginning of the project with the financial aspects, namely investment, operation and disposal costs, until the decommissioning moment which, in addition to the financial concerns, also has an environmental concern, with the physical asset disposal.

This master thesis objective was to better understand how some organizations react to physical assets management, given that the market is starting to demand greater control and planning of their physical assets, as these are becoming a critical factor of organizational decisions.

In this master thesis, a questionnaire was developed and sent to several companies with a focus on the Portuguese and Brazilian market in order to obtain information to better understand and to analyze the perception of those involved in the ISO 55001 certification process. However, during the process of research and writing this master thesis, the analysis was carried out in a different way than planned due to the various difficulties in obtaining relevant information, information about my professional experience over more than 15 years in engineering and maintenance management was also added.

Therefore, through these difficulties encountered together with the few answers obtained, it was possible to perform a comparison between the information obtained by the questionnaire and the information obtained through conversations with some people who did not want to fill out the questionnaire.

Keywords : Physical Asset Management; Maintenance Management; ISO 55000.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	5
1.1.	Enquadramento do tema	6
1.2.	Objetivos	6
1.3.	Organização da dissertação	6
2.	ESTADO DA ARTE.....	8
2.1	Introdução.....	8
2.2	Conceitos de Gestão Manutenção (<i>Maintenance Management</i>)	8
2.3	Conceitos de Gestão de Ativos Físicos (<i>Physical Asset Management</i>)	10
2.4	Conceitos de Gestão de Instalações (<i>Facility Management</i>)	11
2.5	Vertente Normativa	11
3.	GESTÃO DE MANUTENÇÃO	13
3.1	Manutenção e Tipos de Manutenção	13
3.2	Estratégias de Manutenção e Indicadores	19
4.	GESTÃO DE ATIVOS FÍSICOS	27
4.1	Organização e Gestão de Ativos Físicos	27
4.2	Plano de Desenvolvimento (Estratégico, Tático e Operacional).....	29
4.3	Suporte Normativo.....	32
4.4	Suporte Econométrico	33
5.	GESTÃO DA MANUTENÇÃO VS GESTÃO DE ATIVOS FÍSICOS	35
5.1	Migração da Gestão da Manutenção para a Gestão de Ativos Físicos	35
5.2	Caso de Estudo	36
6.	CONCLUSÃO	47
A.	ANEXOS	53
A.1	Questionário desenvolvido sobre o processo da implementação da certificação ISO 55001.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de manutenção.....	15
Figura 2 - Resumo dos níveis de manutenção de acordo com a norma AFNOR FDX 60-000:2016.	19
Figura 3 - Oito pilares da TPM. Fonte: Ahuja & Khamba (2008) [30].....	23
Figura 4 - Relações entre os termos da gestão de ativos.....	29
Figura 5 - SAMP Diagrama conceito. Fonte: ISO 55002 [4].....	30
Figura 6 - Asset life cycle and responsibility model. Fonte: ISO 55002 [4].	31
Figura 7 - Normas da família ISO 5500X.....	32
Figura 8 - Perguntas 8 a 11 do questionário desenvolvido.	36
Figura 9 - Inquérito realizado no LinkedIn.	36
Figura 10 - Resultado do inquérito realizado no LinkedIn.	38

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Seis grandes perdas.....	21
Tabela 2 - Doze passos para a implementação da TPM.....	22
Tabela 3 - Sete questões da RCM.....	24
Tabela 4 - Requisitos da norma ISO 55001	32

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

AFNOR	Association Française de Normalisation
BS	British Standards Institution's
CBM	Condition Based Maintenance
CMMS	Sistemas Computorizados de Gestão de Manutenção
FM	Facility Management
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
IAM	Institute of Asset Management
IFMA	International Facilities Management Association
ISO	International Organization for Standardization
JIPM	Japan Institute of plant maintenance
KPI	Key Performance Indicators
LCA	Life Cycle Assessment
LCC	Life Cycle Cost
LCI	Life Cycle Investment
MTBF	Mean Time Between Failures
MTTR	Mean Time to Repair
RCM	Reliability Centered Maintenance
ROI	Return On Investment
SAMP	Strategic Asset Management Plan
SWOT	Strength, Weaknesses, Opportunities e Threats
TI	Tecnologia da informação
TPM	Total Productive Maintenance

1. INTRODUÇÃO

A constante busca pelo controlo e transformação da matéria-prima é algo que é procurado desde os primórdios da humanidade, seja com o objetivo de suprir necessidade básicas como por exemplo alimentação ou com o objetivo de auxiliar nas tarefas a serem realizadas no quotidiano como por exemplo a transformação do metal.

A produção no momento correto bem como a correta gestão dos produtos em stock, para utilização no tempo correto está sempre em evolução e o desenvolvimento tecnológico apoia na melhoria continua.

Com a evolução da engenharia de maneira globalizada, para além da evolução técnica, também há uma evolução nos seus conceitos, que, por mais que os conceitos básicos permaneçam sendo a base, cada dia mais e mais informações vão se agregando a este conceito inicial. Atualmente tem sido cada vez mais comum se escutar “*asset management*” e “*facility management*” em conjunto com “*maintenance management*”, isto se dá, pois, a manutenção está diretamente integrada dentro destes dois conceitos anteriores, portanto num nível de gestão, ao se dizer gestão de ativos físicos a gestão da manutenção já está englobada.

A constante concorrência seja ela, local, nacional e/ou internacional, faz com que as organizações estejam em constante busca pela melhoria, e um dos objetivos é o de atingir a melhor eficiência operacional, para tanto, ter uma boa gestão de ativos é essencial, pois esta traz um grande auxílio seja para maximização de valores, ajustes de vida útil compatível com a operação, bem como ajustes dos processos de manutenção.

Os planeamentos estratégicos das organizações buscam uma sinergia entre os departamentos, e a engenharia da empresa está fortemente ligada a este planeamento, pois a efetiva manutenção e operação dos diversos ativos físicos acaba por influenciar diretamente a produtividade da organização, podendo gerar um impacto negativo de aumento de custos e riscos ocasionados pelas falhas, bem como gerar um impacto positivo pela melhoria da fiabilidade diminuindo custos e aumentando a produtividade.

Apesar da gestão de ativos não ser novidade, o nome e a norma de gestão de ativos físicos são relativamente novos quando se comparado à gestão da manutenção, e esta ligação entre as áreas se fortalece principalmente em questões de tomadas de decisões estratégicas da empresa, fortalecendo assim a engenharia dentro da empresa e à tornando estratégica mesmo em empresas que não são de engenharia.

Todas as empresas possuem ativos físicos e a gestão destes é essencial para as empresas, pois as decisões relativas aos ativos físicos têm impacto na produtividade e no balanço financeiro das empresas. A decisão de realizar a aquisição, a operação e manutenção, e o descarte, sem o

correto conhecimento e sem estar ligada às decisões estratégicas da organização, afetam diretamente aos objetivos da organização.

A preocupação da gestão de ativos físicos está alinhada com a organização, portanto a tomada de decisão é baseada em um conjunto de informações, levando em consideração, o período e custo de aquisição, o ciclo de vida, a depreciação, custos de operação e manutenção, modelos de manutenção a serem adotados, impacto ambiental até a sua substituição ou requalificação para melhoria tecnológica.

1.1. Enquadramento do tema

A gestão da manutenção já é uma área bem firmada nas empresas, porém atualmente a gestão de ativos físicos está de certo modo atuando como uma evolução do processo de manutenção, pois está englobando a gestão da manutenção com o acréscimo de outras preocupações e outras responsabilidades organizacionais, portanto, fortalecendo a área da manutenção. Apesar de fortalecer a área da manutenção, é necessário compreender que virão novas responsabilidades, novos conhecimentos e novas demandas, o que pode ser incomodo para alguns colaboradores, porém, este é o ciclo natural da melhoria contínua, na qual temos que nos readaptar para que haja maior equilíbrio organizacional.

1.2. Objetivos

Pretende-se com esta dissertação, demonstrar que a gestão da manutenção e a gestão de ativos físicos são, e estão fortemente ligadas entre si, sendo um essencial para com a outra, e isto será inicialmente demonstrada através das pesquisas literárias

Para além desta relação entre as duas áreas, o outro objetivo desta dissertação é o de verificar a percepção das empresas através de seus colaboradores sobre a gestão de ativos físicos e a implementação da norma ISO 55001, esta avaliação se dará através de um questionário que será entregue às empresas.

1.3. Organização da dissertação

A dissertação encontra-se estruturada da seguinte forma:

- Capítulo 1 – Introdução: O presente capítulo corresponde às informações introdutórias desta dissertação;
- Capítulo 2 – Estado de Arte: Neste capítulo apresenta-se o estado da arte da gestão de manutenção e da gestão dos ativos físicos;
- Capítulo 3 – Gestão de Manutenção: O terceiro capítulo corresponde às descrições sobre a gestão da manutenção apresentando alguns conceitos;
- Capítulo 4 – Gestão de Ativos: Já o quarto capítulo corresponde às descrições sobre a gestão de ativos físicos;

- Capítulo 5 – Gestão de Manutenção vs Gestão de Ativos: O quinto capítulo é dedicado à apresentação de uma abordagem entre a gestão de manutenção e a gestão de ativos físicos, realizando um cruzamento de informações sobre as respectivas políticas;
- Capítulo 6 – Conclusão: No sexto e último capítulo desta dissertação são discutidas as conclusões, face aos objetivos definidos inicialmente, sendo ainda apresentadas oportunidades para desenvolvimentos futuros.

2. ESTADO DA ARTE

2.1 Introdução

Quando se trata de gestão em engenharia, uma das primeiras ideias que surge é, justamente, a gestão de manutenção, assim sendo, nos dias atuais existe o aparecimento de novos conceitos nesta área, que são sem dúvida de enorme importância para as organizações.

Inicialmente, deve compreender-se o significado da palavra gestão, pois esta está sendo, dia após dia, a ser utilizada em diversos setores organizacionais; nesta perspectiva, de acordo com o dicionário online de português [17] gestão é a ação de gerir, de administrar, de governar ou de dirigir negócios públicos ou particulares; e administração – é a função ou exercício da pessoa responsável pela administração; gerência.

De acordo com a ISO 55000 (2014) [2], os sistemas de gestão podem ser definidos como um conjunto de elementos inter-relacionados de uma organização para estabelecer políticas, objetivos e processos para atingir os objetivos. Um sistema de gestão pode abordar uma única disciplina ou várias disciplinas. Os elementos do sistema incluem a estrutura da organização, funções e responsabilidades, planeamento, operação, etc. O âmbito de um sistema de gestão pode incluir toda a organização, as funções específicas e identificadas da organização, as seções específicas e identificadas da organização, ou uma ou mais funções num grupo de organizações.

A gestão de ativos físicos tem por base a organização e o cuidado dos ativos e os seus valores, tendo vindo a ganhar uma relevância mundial crescente, na qual, partindo das PAS 55 (2008) [1], originou a publicação, em 2014, da série de normas da família ISO 55000 (2014) [2], [3] e [4], o que acabou por internacionalizar uma padronização do conceito de gestão de ativos, providenciando uma base concreta para integrar as decisões técnicas com as de gestão.

O *Facility Management* (FM) que, basicamente, consiste na gestão da manutenção, operação e monitorização de um empreendimento, leva em consideração a sua ocupação e função da construção na organização, atualmente também já inclui a norma ISO 41001 (2018) [5].

A gestão da manutenção, ao contrário das outras duas normas, não possui um norma internacional sobre a gestão; porém, segundo a norma EN 13306 (2017) [6], que define a terminologia da manutenção, a gestão da manutenção diz respeito a todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção, e que os implementam por alguns meios, tais como o planeamento, controlo da manutenção e a melhoria das atividades e dos aspetos económicos da manutenção.

2.2 Conceitos de Gestão Manutenção (*Maintenance Management*)

Nos últimos anos, com a evolução da tecnologia, quer do *software* quer do *hardware*, a automação e robótica têm-se tornado amplamente implementadas na indústria, de forma geral, oferecendo enormes ganhos organizacionais e trazendo enorme auxílio à gestão da manutenção. Pode dizer-se que a gestão da manutenção consiste em definir, ao nível tático, os objetivos operacionais que sejam capazes de apoiar a empresa a atingir as suas metas estratégicas, através

de metas e objetivos fundamentados por meio de normas e procedimentos de trabalho, com o intuito de se obter um melhor aproveitamento de todos os recursos disponíveis, sejam eles pessoais ou materiais.

Com o aumento da tecnologia também há um aumento na complexidade dos sistemas industriais do mundo atual, a qual se adiciona a chegada de marcos regulatórios ligados à saúde e segurança do trabalho e ao meio ambiente; a manutenção, por sua vez, passa a ocupar um patamar de importância ainda maior no âmbito organizacional e passa também a operar focada no que concerne à fiabilidade e disponibilidade dos ativos físicos e, por isso, a manutenção passa a ser um centro de negócio da organização que tem uma atuação relevante na preservação dos ativos físicos, Barros e Lima (2011) [7].

De acordo com Kardec & Nascif (2010) [8], a gestão moderna deve estar sustentada por uma visão de futuro e regida por processos de gestão onde a qualidade, tanto dos produtos quanto dos serviços, possam atingir a satisfação dos seus clientes; nesta linha de pensamento, pode afirmar-se que a gestão da manutenção é considerada uma gestão estratégica da organização.

Com o intuito de dar um suporte à gestão da manutenção, Marquez & Gupta (2006) [9] propõem um modelo onde desenvolvem três pilares, sendo eles: O pilar da Tecnologia da informação (TI), o pilar dos métodos da engenharia da manutenção e o pilar organizacional, ou comportamental; cada um destes pilares contém um conjunto de funções que são, por sua vez, classificadas e direcionadas em função das atividades estratégicas, táticas e operacionais.

De acordo com Farinha (2018) [10], a gestão de manutenção envolve uma diversidade de aspetos da própria manutenção, sendo eles: o planeamento, o controlo, os recursos e o orçamento. Porém, de entre todos estes aspetos, o planeamento da manutenção é uma das tarefas mais importantes em qualquer organização.

Tanto Kardec & Nascif (2010) [8] quanto Teixeira (2001) [11] estão em concordância de que a manutenção possui uma importância na logística da empresa e, portanto, está diretamente interligada com a competitividade da organização; dito isto, a gestão da manutenção é parte efetiva para se alcançarem melhores resultados organizacionais.

Segundo Santos e Pacheco (2016) [12], há que ter um alinhamento entre os objetivos da manutenção com os objetivos globais da empresa, já que a manutenção impacta a rentabilidade do processo produtivo. O segredo está em encontrar o ponto de equilíbrio entre benefício e custo que maximize o contributo positivo da manutenção para a rentabilidade geral da empresa.

De acordo com Swanson (2001) [18], a gestão da manutenção estabelece metas e objetivos através de normas e procedimentos de trabalho de forma a obter uma melhor utilização dos recursos disponíveis, que são: pessoas, equipamentos e materiais. A manutenção eficaz, além de prolongar a vida útil dos equipamentos, melhora a disponibilidade dos equipamentos e mantém os equipamentos em boas condições.

Cholasuke *et al.* (2004) [19] identificaram nove fatores associados a uma gestão de manutenção eficaz, que são:

- 1) A implantação de políticas e organização;

- 2) A abordagem da manutenção (tipo de manutenção utilizada);
- 3) O planeamento e agendamento de tarefas;
- 4) A gestão de informação e os Sistemas Computorizados de Gestão de Manutenção (CMMS);
- 5) A gestão de peças sobressalentes;
- 6) A gestão de recursos humanos;
- 7) O aspeto financeiro;
- 8) A melhoria contínua;
- 9) A contratação de manutenção.

De acordo com Carnero e Novés (2006) [20], a complexidade de uma unidade industrial moderna está a aumentar, e a gestão da manutenção é hoje considerada um fator importante para melhorar o desempenho da operação, a segurança, a redução de custo, a melhoria da disponibilidade, e o aumento da vida útil.

Fernandez *et. al.* (2003) [21] afirmam que a informação é um recurso significativo para uma gestão bem-sucedida da manutenção e é a base para sistemas informatizados.

2.3 Conceitos de Gestão de Ativos Físicos (*Physical Asset Management*)

De acordo com a norma ISO 55000 (2014) [2], um ativo é descrito como um item, ou uma entidade que tem um valor potencial ou atual para a organização, sendo que o valor varia de organização para organização. Estes ativos, que acrescentam valor, podem ser classificados como: tangíveis (bens físicos, financeiros) ou intangíveis (marcas, direitos, propriedade intelectual). Na mesma norma também é descrito que o ativo físico, usualmente, refere-se aos equipamentos, inventário e propriedades da organização; portanto, os ativos físicos serão, justamente, o inverso dos ativos intangíveis.

A gestão de ativos é uma forma estratégica para se obter a melhor alocação dos recursos para a gestão, operação, manutenção e conservação dos ativos, agregando diferentes departamentos, auxiliando a organização a gerir os seus ativos, Coelho (2015) [13].

De acordo com Farinha (2018) [10], a gestão dos ativos físicos implica a tomada de decisões, como as seguintes: renovação; paragem periódica para manutenção geral; e intervenções de manutenção importantes. Nestas situações é necessário ter bons projetos e planeamento para atingir os objetivos dentro do prazo previsto.

Já o *Asset Management Council* (2014) [14] define a gestão de ativos como "a gestão do ciclo de vida de ativos físicos para atingir os resultados declarados da empresa". Essa definição vai desde o ponto inicial de verificação da necessidade do ativo até à fase de descarte do ativo.

De acordo com Hastings (2015) [15], a gestão dos ativos físicos é mais importante em organizações que envolvem uma grande infraestrutura e, historicamente, a gestão de ativos nunca foi uma atividade bem compreendida pelas populações em geral.

De acordo com o *Institute of Asset Management* (2015) [16], na gestão de ativos somente o conhecimento técnico dos ativos físicos não é suficiente para a sua gestão, pois esta disciplina

envolve diversas outras disciplinas; porém, ainda de acordo com o *Institute of Asset Management* – IAM (2015) [16], a combinação de dados e informação dos ativos físicos será utilizada para tomar as decisões de gestão destes ativos físicos. Com base no precedente um engenheiro consegue compreender melhor os dados e a informação para poder suportar as suas decisões.

2.4 Conceitos de Gestão de Instalações (*Facility Management*)

De acordo com o *International Facilities Management Association* – IFMA (2016) [22], a gestão de instalações é uma atividade que engloba múltiplas disciplinas, para assegurar a funcionalidade do ambiente construído por meio da integração de pessoas, locais, processos e tecnologia.

De acordo com a norma ISO 41001 (2018) [5] a gestão de instalações integra múltiplas disciplinas de forma a influenciar a eficiência e produtividade das economias das sociedades, comunidades e organizações, bem como a forma como os indivíduos interagem com o ambiente construído. O *Facility Management* (FM) afeta a saúde, o bem-estar e a qualidade de vida de grande parte das sociedades e da população do mundo através dos serviços que gere e presta.

Segundo Then (1999) [23] gestão de instalações foi descrito como uma disciplina de gestão híbrida que combina pessoas, propriedade e conhecimentos de gestão de processos para fornecer serviços vitais de apoio à organização, porém, em última análise, ele descreve que a prática da gestão de instalações diz respeito à entrega do ambiente de trabalho habitável, no qual o espaço funcional ideal suporta os processos de negócio e os recursos humanos.

Ainda segundo Then (1999) [23], o papel de gestão de instalações é responder aos desafios empresariais que enfrentam a organização que o mesmo apoia, como facilitador em primeira instância, e a longo prazo desenvolver um papel sustentável na organização numa aspiração de acrescentar continuamente valor, fornecendo soluções de instalações adequadas e inovadoras aos desafios das empresas através da manipulação hábil de todos os recursos empresariais - o equilíbrio ideal entre as pessoas, os ativos físicos e a tecnologia.

De acordo com Carvalho (2012) [24], o gestor de instalações é o profissional multidisciplinar que garante a funcionalidade do ambiente do edifício integrando pessoas, lugares, processos, políticas da empresa e tecnologia, de maneira a otimizar recursos à disposição dos vários agentes sejam eles proprietários, inquilinos, utentes, clientes, entre outros, garantindo a flexibilidade, rapidez e eficácia para promover o futuro da organização.

2.5 Vertente Normativa

O comité técnico CEN/TC 319, que trata das normalizações no campo de manutenção industrial, estabelece as seguintes Normas Europeias publicadas e atualizadas para a manutenção:

- EN 13269:2016 Maintenance - Guideline on preparation of maintenance contracts;
- EN 13306:2017 Maintenance - Maintenance terminology;

- EN 13460:2009 Maintenance - Documentation for maintenance;
- EN 15331:2011 Criteria for design, management and control of maintenance services for buildings;
- EN 15341:2019 Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators;
- EN 15628:2014 Maintenance - Qualification of maintenance personnel;
- EN 16646:2014 Maintenance - Maintenance within physical asset management;
- EN 16991:2018 Risk-based inspection framework;
- EN 17007:2017 Maintenance process and associated indicators.

Ainda relacionadas com a normatização na área da manutenção, em Portugal existe a CT 094 que trata das normalizações relacionadas com a manutenção industrial e, para além de algumas normas já referidas pela CEN/ TC 319, existem duas normas portuguesas que estão em vigo:

- NP 4483:2009 Guia para a implementação de sistemas de gestão de manutenção;
- NP 4492:2010 Requisitos para a prestação de serviços de manutenção.

Quando se trata da gestão de ativos existe o comité técnico internacional ISO/CT 251, que trata das normalizações no campo da gestão de ativos, as quais correspondem às seguintes normas internacionais:

- ISO 55000:2014 Asset management – Overview, principles and terminology;
- ISO 55001:2014 Asset management - Management systems – Requirements;
- ISO 55002:2018 Asset management - Management systems – Guideline for the application of ISO 55001;
- ISO/TS 55010:2019 Asset management - Guidance on the alignment of financial and non-financial functions in asset management.

Por se tratar de uma norma relativamente nova, algumas vezes, na gestão de ativos, ainda se menciona a PAS 55:2008, pois esta pré-norma que deu origem às normas da família ISO 5500X:2014.

Já na gestão de instalações, existe o Comité Técnico Internacional ISO/CT 267 que trata das normalizações no campo da gestão de instalações, as quais estão suportadas nas seguintes normas internacionais:

- ISO 41001:2018 Facility management - Management systems - Requirements with guidance for use;
- ISO 41011:2017 Facility management - Vocabulary;
- ISO 41012:2017 Facility management - Guidance on strategic sourcing and the development of agreements;
- ISO/TR 41013:2017 Facility management - Scope, key concepts and benefits;
- ISO 41014:2020 Facility management - Development of a facility management strategy.

3. GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Até chegar na fase de manutenção é importante ressaltar que um equipamento passa por uma série de fases anteriores que são de extrema importância para que a correta manutenção tenha sua máxima eficácia. Estas fases são as seguintes: projeto e fabricação do equipamento, instalação do equipamento e por fim a operação e manutenção do equipamento. Uma falha de comunicação entre as fases bem como a inobservância aos pormenores pode causar uma falha inesperada em alguma fase, por isso há de se ter uma correta gestão em todas as fases.

De acordo com Kardec e Nascif (2010) [8], na visão atual a manutenção existe para que não haja manutenção corretiva não planejada. Inicialmente parece uma ideia paradoxal, porém quando se trata de manutenção é exatamente isto que se procura alcançar, afinal os esforços precisam ser antecipados e com planejamento, pois desta maneira os setores que estão a trabalhar com os equipamentos também possam estar alinhados e preparados para que não haja “desperdício” de tempo e esforços.

A norma BS EN 13306 (2017) [6] que logo na sua introdução define como responsabilidade de qualquer gestor de manutenção a definição da estratégia de manutenção a ser utilizada de acordo com os seguintes objetivos: assegurar a disponibilidade de elementos ao melhor custo, considerar a segurança e qualquer outro requisito associado, considerar o impacto ambiental e manter a durabilidade dos elementos e a qualidade do produto ou serviço considerando os custos quando necessário.

Porém antes de se aprofundar um pouco mais na gestão de manutenção, também é importante se ter um conceito sobre o que é manutenção, e segundo a norma BS EN 13306 (2017) [6], manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um elemento destinadas a conservá-lo ou restaurá-lo ao estado no qual execute a função requerida.

3.1 Manutenção e Tipos de Manutenção

Conforme já observado no capítulo 2 a gestão da manutenção é uma área estratégica para as organizações, porém precisa ser uma manutenção estratégica conforme as necessidades das organizações, sendo necessária ser tanto eficiente quanto eficaz causando assim o menor impacto ao utilizador do equipamento, garantindo assim a total disponibilidade dos ativos físicos.

Farinha (2018) [10] pontuou muito sabiamente que se pode sintetizar a manutenção em dois tipos principais, a manutenção planejada e não planejada, pode parecer bem simplista este conceito, porém, quando se aprofunda nos estudos e conceitos dos tipos de manutenções, podemos sim em um nível macro subdividir a manutenção nestes dois tipos.

Apesar desta primeira análise, logicamente que existem diversas variações de manutenção que não se distinguem somente pelo seu planejamento, mas também por outros aspetos, que veremos a seguir.

Kardec e Nascif (2010) [8] se manteve nas quatro principais para além de também considerar a engenharia de manutenção:

- Manutenção corretiva (planeada e não planeada);
- Manutenção preventiva;
- Manutenção preditiva;
- Manutenção detetiva.

Já Farinha (2018) [10] ampliou os tipos seguindo a linha dos 14 tipos de manutenção descritos na norma BS EN 13306 (2017) [6], porém definindo os tipos de manutenção como:

- Manutenção preventiva;
- Manutenção agendada;
- Manutenção sistemática;
- Manutenção de monitorização de condição;
- Manutenção preditiva;
- Manutenção corretiva;
- Manutenção diferida;
- Manutenção urgente;
- Manutenção remota;
- Manutenção em operação;
- Manutenção no local;
- Manutenção pelo operador.

Assim como em diversas outras áreas os conhecimentos foram se aprimorando, na manutenção também ocorre o mesmo, os conceitos e tipos de manutenção foram se aprimorando tendo em vista o aumento do conhecimento e as necessidades encontradas no dia a dia de trabalho da manutenção, em função disso, a abordagem desta dissertação irá mesclar alguns tipos de manutenções principais alocando outros tipos dentro destas principais pois acredito que todos os tipos surgiram de uma necessidade real do gestor de manutenção.

Analisando os diversos tipos de manutenção, minha opção neste trabalho foi de realizar a diferenciação dos principais tipos de manutenções utilizando algumas manutenções dispostas na norma BS EN 13306 (2017) [6], na Figura 1 se consegue verificar o agrupamento dos tipos de manutenções. Sendo assim teremos as principais manutenções divididas em: corretivas, preventivas e preditivas.

Na norma BS EN 13306 (2017) [6] também são mencionadas as manutenções remota, manutenção *on-line*, manutenção no local e manutenção pelo operador, porém neste trabalho não iremos nos aprofundar na conceituação destes tipos de manutenção por ser operadas justamente dentro dos tipos principais de manutenções que serão abordadas a seguir.

Na manutenção corretiva a equipa de manutenção atua diretamente no equipamento após a falha, na manutenção preventiva a equipa de manutenção atua no equipamento anteriormente à falha com o intuito justamente de evitar a falha, já a preditiva atua através do acompanhamento dos diversos parâmetros do equipamento.

Nesta análise também se consegue perceber que existe uma correlação de atuação de maneira escalonada entre as manutenções, portanto num plano mais próximo do ideal, primeiramente se atua de maneira preditiva e com os dados recolhidos juntamente com outras informações se realiza uma manutenção preventiva de modo a diminuir ao máximo as manutenções corretivas.

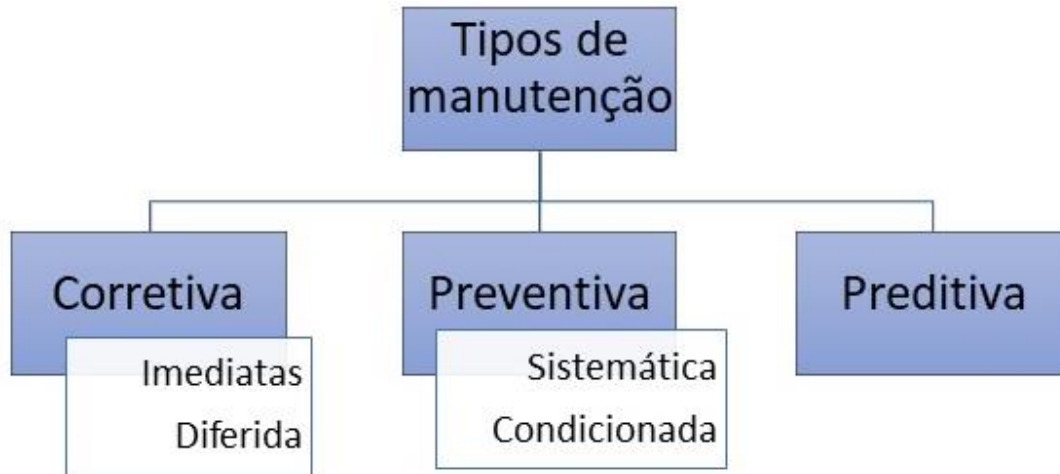


Figura 1 - Tipos de manutenção

Apesar de usar estes tipos de manutenção, face às normas vigentes, existe uma variação de nomenclaturas para algumas manutenções, a depender do país e dos autores, isto pode vir a causar certa confusão quando não se tem uma base de conhecimento forte. Apesar de existirem informações técnicas específicas diferentes em cada país, a gestão da manutenção é universal e neste quesito seguir os mesmos passos da gestão de ativos que possui uma norma internacional, pode ser de grande valia, principalmente pela gestão da manutenção influenciar diretamente na gestão de ativos físicos.

3.1.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é efetuada após a ocorrência de uma falha com o intuito de recolocar o equipamento que sofreu a falha em condições de operação. Normalmente num plano de manutenção costuma-se ter a manutenção corretiva como último recurso pois ela ocorre após se ter detetado a falha/problema, e o que se procura em um plano de manutenção é justamente evitar a falha através de intervenções e análises prévias, isto é considerado o ideal do ponto de vista técnico para o equipamentos pois toda falha pode causar algum dano complementar a outros componentes do equipamento, porém, infelizmente em diversos casos, principalmente a depender da cultura de manutenção da empresa, a manutenção corretiva é realizada quase de forma rotineira.

Independente da classificação da manutenção corretiva, todas as manutenções corretivas são realizadas após a falha do equipamento, é importante reforçar esta informação para que não haja confusões com algum outro tipo de manutenção.

Como já abordado anteriormente na Figura 1, iremos utilizar as seguintes abordagens de manutenção corretiva:

- Manutenção corretiva imediata;

- Manutenção corretiva diferida.

O primeiro questionamento que se pode surgir é: Se é uma manutenção corretiva, porque não se realiza a manutenção no momento, ou seja, porque ela não é somente considerada imediata?

Para compreender este questionamento, se faz necessário compreender que em uma indústria, seja ela qual for, existem diversos equipamentos e dentre estes diversos equipamentos existe uma hierarquia, na qual alguns equipamentos acabam por ser mais importantes que outros, e esta diferenciação prioriza o atendimento de um equipamento face a outro. Esta hierarquia é vista através da matriz de criticidade, na qual é realizada a análise dos equipamentos e os gestores verificam os critérios para se obter as diferenciações na hierarquia dos equipamentos.

Portanto equipamentos que estão no topo da lista de criticidade sempre terão prioridade para as manutenções corretivas imediatas e caso algum outro equipamento sofra uma falha e esteja em qualquer nível hierárquico abaixo, ou seja, seja um equipamento menos importante (com base nos critérios definidos pelos gestores), este equipamento terá a manutenção corretiva diferida, que se trata de uma manutenção que não é iniciada imediatamente após a deteção da falha, mas é retardada de acordo com algumas regras de manutenção, dentre elas a matriz de criticidade.

Com toda a experiência e atuação na área ao longo dos anos em diversas empresas e através de conversas com outras pessoas que atuam na área, este tipo de manutenção infelizmente é a mais utilizada em grande parte das empresas, mesmo empresas maiores e que tenham uma melhor cultura de manutenção, a manutenção corretiva sempre predomina em detrimento das manutenções preventivas e preditivas. Existem diversos fatores desta predominância, dentre eles estão, falta de recurso financeiro e de mão de obra disponível, falta de visão a longo prazo dos impactos de manutenções preventivas e preditivas, e avaliação gerencial de que realmente preferem que o equipamento falhe antes de se realizar a troca de peças.

3.1.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é efetuada de modo a reduzir a probabilidade de falhas e a degradação do equipamento, sendo realizada em intervalos predeterminados de tempo, ou de acordo com critérios específicos dos equipamentos ou de seus componentes.

Este tipo de manutenção permite se ter um maior conhecimento do estado real do equipamento em diversos períodos de tempo, o que permite também se ter uma ação de manutenção muito mais certa nas peças dos equipamentos, o que também leva a ganhos em termos de armazenagem de peças, pois ao conhecer melhor o equipamento se tem uma melhor e real noção das peças necessárias diariamente em armazém e outras peças podem ser solicitadas somente para execução de manutenção específica.

Neste tipo de manutenção temos algumas diferenciações, e dentre estas diferenciações se pode ter as seguintes manutenções preventivas:

- Manutenção preventiva sistemática;
- Manutenção preventiva condicionada.

A manutenção preventiva pré-determinada as manutenções serão agendadas e realizadas numa determinada periodicidade de tempo, de unidades utilizadas, de horas trabalhadas do equipamento, porém ela é realizada sem investigação prévia da condição do equipamento, portanto a periodicidade estabelecida se baseia no conhecimento da falha da peça do equipamento, ou seja, se baseia somente em informações técnica da literatura do equipamento e suas peças.

A manutenção preventiva condicionada, corresponde à manutenção preventiva na qual existe uma gama de combinações de ações condicionadas dos equipamentos, portanto os equipamentos são monitorados, inspecionados, testados, e/ou analisados e com base nestas informações serão tomadas ações referente à manutenção dos equipamentos. Estas ações condicionadas podem ser contínuas, agendadas ou por solicitação.

Vale reforçar que, normalmente a periodicidade é obtida através de especificações técnicas em cadernos de encargos e/ou manuais e conforme a gestão da manutenção vai agregando as informações de utilização dos equipamentos a periodicidade tenderá a atender as especificações técnicas, porém também atendendo às necessidades específicas daquele equipamento para sua melhor utilização.

Ao longo dos anos e da minha jornada profissional no mercado brasileiro e por um curto período no mercado português me deparei principalmente com a manutenção preventiva apenas em nível de inspeção e mesmo com a inspeção apontando a necessidade de troca de peças, não foi realizada a troca de peça pelos seguintes motivos: falta de recurso financeiro, falta de aprovação pelo gestor da área por não concordar com a parada do equipamento, e falta de suporte de níveis hierárquicos mais altos. Presenciei um caso muito emblemático deste assunto com uma manutenção de um chiller, na qual por diversos meses ao longo de mais de um ano apontamos a necessidade de se realizar a troca de diversos itens em função da vida útil do equipamento já estar no final, foi elaborado relatório técnico da fabricante do chiller e foi apontado que a não substituição de peças iria fazer com que o *chiller* parasse, e após mais de um ano apontando a necessidade e sendo negada não só a parada do equipamento, mas também negada a manutenção pois as peças seria de responsabilidade do nosso contratante, o equipamento entrou em falha em uma das épocas mais quente do ano, fazendo com que mais de 10 andares ficassem sem o equipamento de AVAC.

Por isso a manutenção preventiva seja ela sistemática ou condicionadas não podem ser restritas apenas a inspeções, as peças que apresentam desgastes precisam ser trocadas caso seja verificado a real necessidade, igualmente se fazem na manutenção de *nobreak*, no qual as baterias são trocadas de acordo com a informação da vida útil da bateria, pois imagine um centro de processamento de dados de um banco na qual ocorre uma falha de energia e o nobreak não segura o processamento dos dados neste período da falha de energia, a perda financeira operacional que me foi passado em 2014 em uma obra de um banco que trabalhei no Brasil, era de mais de um milhão de euros por minuto do sistema parado.

3.1.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva tem uma proximidade de atuação com a manutenção preventiva condicionada, pois se trata de uma manutenção condicionada, porém, efetuada de acordo com previsões extrapoladas das análises e das avaliações dos parâmetros significativos da degradação, ou seja, serão realizadas as análises com o intuito de se prever quando o equipamento ou algum componente deste equipamento irá falhar e com isso a manutenção atuará antes desta falha prevista, portanto, igualmente a manutenção preventiva a atuação da preditiva se dá anteriormente à falha justamente com o intuito de evitá-la.

3.1.4 Níveis de Manutenção

Para além dos tipos de manutenção, existe a norma francesa AFNOR FDX 60-000 (2016) [28], que realiza uma divisão em cinco níveis, sendo o nível 1 o mais básico e o nível 5 o mais complexo; abaixo segue um resumo destes níveis de manutenção:

Nível 1 – Este nível é o mais básico nesta escala, referindo-se a ações simples, porém necessárias para a operação do equipamento; podem ser feitas substituições fáceis de componentes utilizando ferramentas simples, podendo estas operações ser feitas pelo operador.

Nível 2 – Neste nível as ações já requerem procedimentos um pouco mais complexos do que os precedentes, porém com baixo nível de dificuldade. Usualmente são manutenções de rotina simples para técnicos qualificados; aqui faz-se a grande diferença para o 1º nível, pois é um procedimento simples para uma pessoa qualificada para realizar o procedimento.

Nível 3 – Neste nível as ações já requerem procedimentos e/ou equipamentos de suporte mais complexos que o usual; portanto já se trata de operações mais especializadas e, em função disto, estes tipos de ações de manutenção são realizados por técnicos qualificados.

Nível 4 – Neste nível os procedimentos e intervenções são mais especializados; portanto, as operações de manutenção envolvem o domínio especializado do técnico que está realizando o procedimento; usualmente são utilizados equipamentos de apoio específicos e uma equipa de apoio também especializada.

Nível 5 – Neste último nível os procedimentos envolvem *know-how* que implica técnicas ou tecnologias específicas, processos e / ou equipamentos de apoio industrial. Este tipo de operação de manutenção (renovação, reconstrução, etc.) é, normalmente, realizada pelo fabricante ou por um serviço ou empresa especializada com equipamentos de suporte definidos pelo fabricante e, portanto, perto da fabricação do ativo em questão.

A Figura 2 apresenta um breve resumo dos níveis de manutenção de acordo com a AFNOR FDX 60-000 (2016) [28], no qual se pode verificar o nível, o tipo de intervenção realizada e quem pode/deve realizar a intervenção.

MANUTENÇÃO	I	Ações simples	Operador
	II	Procedimentos de rotina	Pessoa qualificada
	III	Procedimentos complexos	Técnico qualificado
	IV	Intervenções específicas e especializadas	Técnico ou equipe especializada
	V	Reconstrução ou renovação	Fabricante ou empresa especializada

Figura 2 - Resumo dos níveis de manutenção de acordo com a norma AFNOR FDX 60-000:2016.

O conhecimento desta divisão de níveis ajuda bastante para se fazer a instrução normativa da manutenção de equipamentos, na qual o técnico prepara as intervenções, incluindo a equipa e os recursos.

Os níveis de manutenção são de extrema importância para se realizar um plano de manutenção e um planejamento financeiro da manutenção pois custos extras com equipas são necessários para realizar algumas manutenções.

3.2 Estratégias de Manutenção e Indicadores

Já com o prévio conhecimento sobre os tipos de manutenção apresentados, agora passa-se à observação das estratégias de manutenção que podem ser implementadas e, assim, aos tipos de manutenção; aqui também há uma divergência de entendimento sobre as estratégias, havendo uma variedade de entendimento dos tipos de estratégias - é importante, inicialmente, compreenderem-se os tipos de manutenção, pois estes estão diretamente ligados às estratégias, nas quais, por algumas vezes e por alguns autores, também são considerados como estratégias.

Coetzee (1999) [25] observou que a gestão da manutenção, por vezes, implementa algumas estratégias para resolver algumas situações e, para isso, foram desenvolvidas “soluções” ou estratégias para se resolverem estas situações e, até, se obter um aumento da eficiência da manutenção; neste sentido, o autor elencou as seguintes “soluções”: manutenção centrada na fiabilidade (RCM – *Reliability Centred Maintenance*); manutenção produtiva total (TPM – *Total Productive Maintenance*), manutenção baseada em condições (CBM – *Condition Based Maintenance*), sistemas informatizados de gestão da manutenção (CMMS – *Computerized Maintenance Management Systems*) e sistemas de auditoria.

Já Swanson (2001) [18] tem uma abordagem diferente e separa em três as estratégias de manutenção, sendo elas: a estratégia reativa na qual se realizam manutenções nos equipamentos somente após os equipamentos pararem de trabalhar, que se assemelharia à manutenção corretiva; a manutenção proactiva, que corresponderia ao conjunto das manutenções preventivas e preditivas; e a manutenção agressiva, como por exemplo, a (TPM), a qual se foca em aprimorar a utilização.

Segundo Pintaleon *et al.* (2006) [26], a definição do termo “estratégia de manutenção” ou é muito estreito/restrito ou muito vaga e, no geral, é visto a partir de políticas de manutenção, como as manutenções corretivas, preventivas e preditivas; porém, os conceitos de manutenção produtiva total e manutenção centrada na fiabilidade também se incluem na lista.

Farinha (2018) [10] trata das seguintes estratégias: manutenção produtiva total (TPM); manutenção centrada na fiabilidade (RCM); e manutenção baseada no risco (RBM).

A norma BS EN 13306 (2017) [6] define a estratégia de manutenção como um método utilizado para alcançar os objetivos da manutenção, e que a estratégia a ser adotada é de responsabilidade do gestor da manutenção; porém, a norma enumera quatro principais objetivos a serem levados em consideração pelo responsável, para a definição da estratégia, que são:

- i. Garantir a disponibilidade do item para funcionar com o que é requerido e com os custos ideais;
- ii. Considerar a segurança e todos os requisitos obrigatórios associados ao item;
- iii. Considerar os impactos no meio ambiente;
- iv. Assegurar a durabilidade do item e/ou a qualidade do produto ou serviço considerando os custos necessários.

Neste vasto mundo de informação há também quem considere alguns destes itens destacados anteriormente como se fossem metodologias, práticas ou ferramentas de apoio à gestão de manutenção, como é o caso de Kardec & Nascif (2010) [8]; porém, no meu conceito, um conjunto de práticas, metodologias ou ferramentas com o intuito de alcançar a melhoria de um serviço pode ser tratada como uma estratégia, pois foi a estratégia do gestor a de juntar diversos conhecimentos para se otimizar a operação e a manutenção.

Independentemente da nomenclatura, o importante é que a estratégia de manutenção a ser desenvolvida ou adotada tenha base técnica; porém, é importante que esta estratégia esteja de acordo com a estratégia da empresa, pois é necessário que a manutenção seja tratada como sendo um setor estratégico da mesma.

Apesar de existirem outras estratégias, neste trabalho serão abordadas somente as estratégias de manutenção produtiva total (TPM – *Total productive maintenance*), e a manutenção centrada na fiabilidade (RCM – *Reliability centered maintenance*).

3.2.1 Manutenção Produtiva Total (TPM)

A manutenção produtiva total (TPM - *Total Productive Maintenance*), na qual Seiichi Nakajima é considerado o “pai”, surgiu no Japão nos anos 70 e, neste período, a TPM teve uma grande influência no progresso da indústria japonesa.

Nesta dissertação a TPM é considerada como uma estratégia, pois ela deriva não somente de melhorias de outros tipos de manutenção, mas também dos quatro estágios de desenvolvimento da TPM, que são: manutenção corretiva; manutenção preventiva; manutenção produtiva; e a TPM; também agrega outros tipos de manutenção, ferramentas e mudanças de paradigmas. Farinha (2018) [10] também reforça ao escrever que a TPM pode ser considerada um sistema

de manutenção e melhoria da integridade dos sistemas de produção e qualidade através de equipamentos, processos e colaboradores que acrescentam valor de negócio para uma organização, ou seja, para que todos os equipamentos estejam sempre na sua melhor condição de produção é necessário implementar, não somente um tipo de ação, mas um conjunto de diferentes ações e manutenções.

Inicialmente pode resumir-se que o objetivo da TPM é melhorar continuamente a produtividade da empresa sendo mais eficiente e eficaz através de investimentos conscientes na manutenção, seja em pessoas ou equipamentos.

Os atualmente chamados oito pilares da TPM acabam por ser um resumo, agregando diversa informação, tal como refere Nakajima (1988) [29], o qual destaca diversos elementos interessantes, citados abaixo, que são a base de conhecimento dos oito pilares desta cultura de manutenção:

- Eliminação das seis grandes perdas;
- As cinco medidas para eliminar as quebras;
- As cinco atividades de desenvolvimento da TPM;
- Os doze passos da implementação da TPM.

Para Nakajima (1988) [29], para se alcançar a maior efetividade do equipamento, faz-se necessário eliminar o que o autor designa pelas “seis grandes perdas” que, na verdade, são os obstáculos para se atingir a efetividade do equipamento; estas seis grandes perdas estão divididas em três partes, que são mostradas na Tabela 1.

De acordo com Nakajima (1988) [29] é possível eliminar as quebras com a manutenção preventiva utilizando as cinco medidas listadas a seguir:

- 1) Manter o equipamento sempre bem regulado e com as condições básicas de manutenção;
- 2) Aderir aos corretos procedimentos de operação;
- 3) Restaurar os pontos deteriorados;
- 4) Melhorar as fraquezas de *design* do equipamento;
- 5) Melhorar as competências de operação e manutenção.

Tabela 1 - Seis grandes perdas

Causa raiz da perda	Grandes perdas	Motivo da perda
Tempo parado	Falha do equipamento Ajustes e <i>Setup</i>	Quebras; Troca de <i>Setup</i> ou reajustes.
Diminuição da velocidade	Tempo ocioso e paragens rápidas Redução de velocidade	Operação anormal de sensores ou bloqueios na linha; Diferença entre projeto e realidade.

Defeitos	Defeitos dos processos Redução de rendimento	Defeitos de qualidade a serem reparados; Diferença de tempo de produção entre o início da produção até à estabilização.
----------	---	--

De acordo com Nakajima (1988) [29], cada organização necessita desenvolver o seu plano de ação, pois as necessidades e falhas são diferentes em cada organização; porém este autor listou cinco condições básicas para desenvolver a TPM e que se aplicam na maioria das situações, na qual, inclusivamente, está a eliminação das seis grandes perdas:

- 1) Eliminação das seis grandes perdas com o intuito de melhorar a efetividade do equipamento;
- 2) Implementação de um programa de manutenção autónoma;
- 3) Implementação de um programa de manutenção programada;
- 4) Treino, tanto dos operadores quanto dos técnicos, para melhorar as competências dos mesmos;
- 5) Programa inicial de gestão da manutenção dos equipamentos.

Os doze passos da implementação da TPM, que foi desenvolvido por Nakajima (1988) [29], estão divididos em quatro estágios, tal como descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Doze passos para a implementação da TPM

Estágio	Passo
Preparação	1 Anúncio da alta gerência sobre a decisão de introduzir a TPM na fábrica 2 Campanha educacional 3 Criar organizações para promover a TPM 4 Estabelecer políticas e metas básicas da TPM
Implementação preliminar	5 Formular o plano mestre para a implantação da TPM
Implementação da TPM	6 Iniciar a TPM 7 Melhorar a efetividade dos equipamentos 8 Estabelecer um programa de manutenção autónoma para os operadores 9 Estabelecer um programa de manutenção programada para o departamento de manutenção 10 Realizar formação para melhorar as competências da operação e da manutenção 11 Desenvolver um programa inicial de gestão dos equipamentos

Estabilização	12	Implementar por completo a TPM e ambicionar objetivos maiores
---------------	----	---

Por fim, nos dias atuais, chegamos aos oito pilares da TPM, conforme ilustrado na Figura 3. Ahuja & Khamba (2008) [30] sugerem, no âmbito do Instituto japonês de manutenção (JIPM - *Japan Institute of plant maintenance*), e que tem na sua base a utilização da ferramenta 5S, estes oito pilares, como uma junção dos diversos elementos apresentados anteriormente.

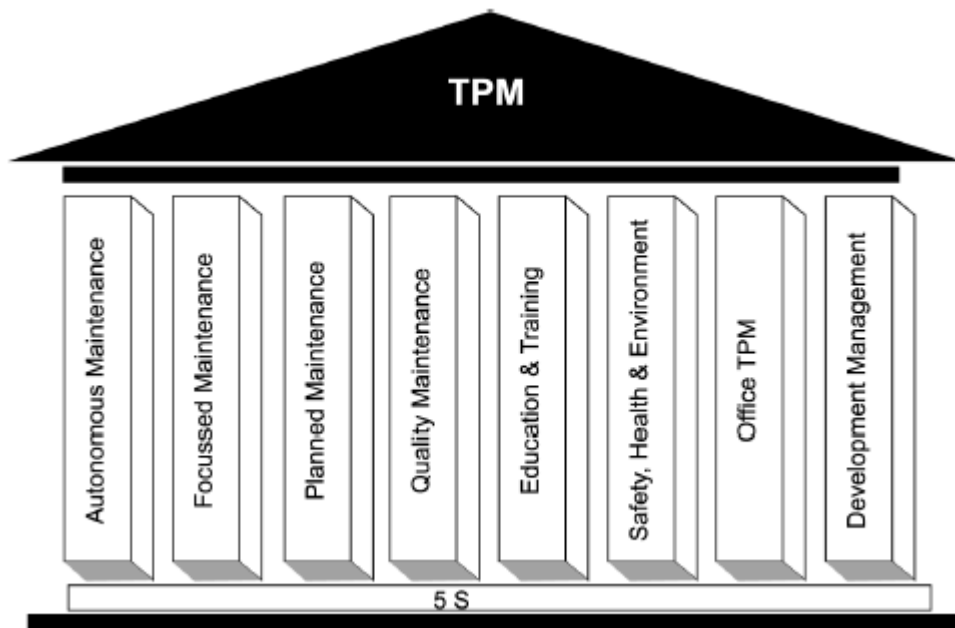


Figura 3 - Oito pilares da TPM. Fonte: Ahuja & Khamba (2008) [30].

3.2.2 Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM)

De acordo com a norma SAE JA1011 (2009) [31], a manutenção centrada na fiabilidade (RCM – *Reliability Centerd Maintenance*), surgiu nos Estados Unidos da América nos anos 70, foi inicialmente documentado por F. S. Nowlan e H. F. Heap, e na época foi desenvolvida pela indústria de aviação comercial com o objetivo de aprimorar os quesitos de segurança e fiabilidade dos equipamentos.

Segundo Moubray (1997) [32], após as definições iniciais sobre o que é manutenção e o que é RCM, este autor descreve que a RCM é um processo usado para determinar o que deve ser feito para garantir que qualquer ativo físico continua a fazer o que os seus utilizadores/operadores querem que ele faça no seu contexto operacional.

Levitt (2008) [33] refere que a RCM oferece esforços de manutenção *lean* num nível de rigor não disponível noutros programas, e que é um dos melhores modelos para melhoria da manutenção, uma vez que é direcionada para a necessidade do cliente.

Para Farinha (2018) [10], a RCM permite a monitorização externa dos equipamentos de forma a avaliar, prever e, de uma forma geral, compreender o funcionamento dos ativos físicos do ponto de vista da sua fiabilidade.

Ao juntar inicialmente estas definições, já se demonstra que a RCM é uma estratégia de manutenção, pois tem como objetivo utilizar diversas ferramentas e tipos de manutenção para que o ativo físico continue a operar adequadamente.

A RCM acaba por fornecer um método estruturado com o objetivo de selecionar as atividades de manutenção no processo, com o intuito de auxiliar o controlo e prevenção de falhas. A RCM é formada por um conjunto de passos, que precisam ser seguidos sequencialmente de modo a responder às sete questões básicas da RCM constantes da norma SAE JA1011 (2009) [31], descritos na Tabela 3.

Portanto, após verificar estas perguntas, é possível inferir que a RCM procura conhecer as falhas de modo a prevenir que elas aconteçam, utilizando a manutenção mais adequada ao equipamento, levando em consideração as falhas que foram analisadas nas questões; portanto, o foco principal está nas falhas e em como evitá-las.

Vale reforçar que a norma BS EN 13306 (2017) [6] define que falha é a perda da habilidade de um item para realizar a função requerida.

Ao se tratar de RCM, é muito comum também tratar conjuntamente a análise do modo e efeito de falha (FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis*) pois, como o próprio nome indica, assim como a RCM, também a FMEA contribui para ajudar a eliminar as falhas. Esta ferramenta ajuda, inicialmente, a identificar as falhas e, após identificadas, a priorizar as potenciais falhas, sejam nos equipamentos ou em processos; portanto, pode-se inferir que, através desta ferramenta é possível hierarquizar as falhas e, também, se obterem as ações iniciais a ser realizadas.

Tabela 3 - Sete questões da RCM

Questões a responder	Contexto da questão
1 Determinar o contexto operacional e as funções, e os padrões associados desejados de desempenho do ativo	Contexto operacional e funcional
2 Como o ativo pode falhar em cumprir suas funções	Falhas funcionais
3 Quais as causas de cada falha funcional	Modos de falha
4 O que acontece quando cada falha ocorre	Efeitos da falha
5 Classificar a consequência de cada falha	Consequência da falha
6 O que deve ser realizado para predizer ou prevenir cada falha	Tarefas e Intervalos de tarefas
7 Determinar se outra estratégia de gerenciamento de falha pode ser mais efetiva	Mudanças únicas

Logicamente que a FMEA está relacionada com a RCM pelo foco nas falhas, e decisões a serem tomadas com base na informação das falhas; porém, é válido reforçar que a análise FMEA, tal como Farinha (2018) [10] descreveu, é uma ferramenta versátil que pode ser utilizada para os seguintes propósitos:

- Contribuir, entre outros aspetos, para a melhoria dos projetos dos equipamentos e processos, permitindo que tenham mais qualidade, fiabilidade e redução de custos;
- Contribuir com o desenvolvimento do conhecimento básico dos modos de falhas e das ações corretivas a serem implementadas em futuras intervenções;
- Contribuir com a otimização dos planos de manutenção.

3.2.3 KPIs - Indicadores Chaves de Desempenhos

Logicamente que, ao tratar-se de indicadores podem enumerar-se diversos já existentes e, adicionalmente, as empresas também podem criar os seus próprios, de maneira a adequá-los às suas necessidades específicas; porém, existem alguns indicadores que são largamente utilizados e que, na minha opinião, deveriam ser utilizados em todas as empresas, justamente para que os departamentos de engenharia e manutenção estejam sempre em processo de melhoria e conseguir verificar se as suas práticas de manutenção estão de acordo com as demais empresas concorrentes; este tipo de situação pode ser verificada por meio de uma prática conhecida como *benchmarking*, na qual as empresas podem verificar situações a serem melhoradas através da comparação dos indicadores e, através desta análise, se adequem a uma situação existente ou se tornarem a empresa exemplo e obterem os melhores resultados financeiros; dito isto, é válido reforçar que, assim como a manutenção é estratégica para uma empresa, os indicadores também são extremamente estratégicos e precisam estar interligados para além da área de engenharia da empresa.

A norma BS EN 15341 (2019) [27] define um indicador como uma medida quantitativa ou qualitativa de uma característica ou conjunto de características relacionadas com um fenómeno ou desempenho de atividades, na qual estas medidas estão de acordo com um critério definido, uma dada fórmula ou questionário, ou seja, os indicadores servem como uma ferramenta estratégica para monitorização de um progresso ou desenvolvimento específico. Esta mesma norma é uma excelente, se não a melhor base para realizar a base destas comparações de *Key Performance Indicators* (KPIs) entre as empresas, pois ela já elenca, dentro os diversos indicadores, quais os KPIs de diversas áreas da manutenção. [27]

Portanto, os indicadores devem ser utilizados para medir alguma condição ou evolução, com a intenção de comparar situações internas ou externas, diagnosticar e planejar pontos a serem melhorados, bem como regularizar ou equalizar o melhor funcionamento.

Com a evolução da indústria, nos dias atuais conseguem-se obter diversos dados e gerar inúmeros indicadores; porém, por mais que se tenha esta capacidade de processamento, os indicadores são úteis somente quando se consegue geri-los de maneira correta; possuir um indicador somente por possuir, na verdade até pode causar uma perda: perda de tempo de processamento, perda de capacidade de armazenamento e, conseqüentemente, perda de

dinheiro. Possuir indicadores é essencial; porém, mais essencial ainda é possuir KPIs, que são os indicadores considerados significativos.

Em geral, de entre os diversos indicadores que podem ser encontrados na norma BS EN 15341 (2019) [27], foram selecionados, da subseção de engenharia da manutenção e da subseção de organização e suporte, os seguintes:

Mean Time Between Failures (MTBF) - O tempo médio decorrido entre falhas está na subseção de engenharia da manutenção, e é calculado obtendo a informação contida nos registos e relatórios de manutenção; o seu valor é dado, normalmente, em horas. Este KPI utiliza dois fatores, que são: o tempo total de operação e o número de avarias ocorridas durante este tempo - portanto, de acordo com a fórmula 1, o desejável é ter o valor de MTBF mais próximo do tempo total de operação.

$$MTBF = \frac{\text{Tempo total de operação}}{\text{Número de avarias}} \quad (1)$$

Mean Time to Repair (MTTR) - O tempo médio de reparação de avarias está na subseção de organização e suporte, e é calculado utilizando dois fatores, que são: o tempo total de reparação e o número de avarias; o seu valor, normalmente, é dado em horas. Este KPI encontra-se na subseção de organização e suporte, pois conta o tempo desde o instante da falha até ao final da reparação; portanto, este tempo inclui não somente o tempo que os funcionários estão a reparar o equipamento, mas também o tempo de deslocação e/ou atrasos de fornecimento de peças. O desejável, de acordo com a fórmula abaixo, é obter-se um valor próximo de 0.

$$MTTR = \frac{\text{Tempo total de reparação}}{\text{Número de avarias}} \quad (2)$$

Todos os demais indicadores, ou KPIs, seguem este mesmo raciocínio; porém, cada um com intuítos distintos.

A gestão moderna da manutenção para além de agregar toda a tecnologia, também se faz necessário ter muito cuidado não somente com os equipamentos, mas também para com as pessoas, pois estas cada dia mais são peças-chaves para o correto funcionamento não só do equipamento, mas da empresa, então saber realizar a gestão de pessoas é elemento fundamental da gestão da manutenção. Podemos ter o melhor sistema, partes sobressalentes e até os melhores técnicos, e contratos, porém, se o líder não souber realizar a gestão técnica e pessoal, toda a teoria não terá sua utilidade.

Neste capítulo é possível verificar os diversos parâmetros da manutenção e com isto se consegue perceber a complexidade em se criar um plano de manutenção que melhor adequa à organização na qual é responsável pela gestão da manutenção. Ter o conhecimento técnico, teórico e da empresa é essencial para se realizar um planeamento de manutenção, pelo menos exequível.

4. GESTÃO DE ATIVOS FÍSICOS

Apesar da norma ser de gestão de ativos, matéria mais ampla do que a gestão de ativos físicos, logo no início da norma ISO 55000 (2014) [2], quando trata do escopo, a primeira nota já indica que esta norma pode ser aplicada em outros tipos de ativos, porém ela é destinada para uso na gestão de ativos físicos.

Atualmente, a gestão de ativos é normalizada pelo conjunto de normas da família ISO 55000, nomeadamente a ISO 55000 (2014) [2], ISO 55001 (2014) [3] e ISO 55002 (2018) [4], possuindo uma abrangência maior do que a que irá ser tratada neste capítulo; a razão do precedente relaciona-se com o foco principal deste trabalho ser a gestão de ativos físicos, mas, na sua conexão com a área da manutenção, tratando de ativos, tais como equipamentos, veículos, edifícios, etc.

Quando se trata de gestão em engenharia, uma das primeiras ideias que surgem é, justamente, a gestão de manutenção; porém, nos dias atuais, há uma evolução da gestão de manutenção quanto a novos conceitos, e a gestão de ativos físicos vem para auxiliar e complementar o conhecimento dos gestores na engenharia. Atualmente, será difícil poder falar-se em gestão da manutenção sem se falar da gestão de ativos físicos e vice-versa, pois, na gestão de ativos procura-se obter a otimização e valorização do ativo físico com o objetivo de que este ativo atinja a produtividade esperada ao longo do seu ciclo de vida, sendo a gestão da manutenção a responsável para que este objetivo seja alcançado.

É extremamente importante referir que existe uma diferença entre a gestão de ativos físicos e a gestão da manutenção, e é importante ter este conhecimento, pois, infelizmente, algumas vezes é possível observar uma confusão de entendimento. De maneira simples pode dizer-se que a gestão da manutenção é uma matéria que está inserida dentro da gestão de ativos físicos, visando realizar a gestão dos equipamentos, ou seja, é uma gestão mais técnica dos equipamentos, enquanto o principal foco da gestão de ativos físicos está na gestão mais macro dos ativos, não entrando em assuntos mais técnicos dos equipamentos, portanto, é uma gestão num nível mais organizacional.

Apesar de se ter essa diferenciação, pode considerar-se que, mesmo que a gestão de ativos físicos seja uma matéria menos técnica no que se diz respeito aos equipamentos, ter profissionais com este conhecimento técnico da gestão da manutenção é de extrema importância para que as decisões sejam tomadas de maneira coerente.

4.1 Organização e Gestão de Ativos Físicos

Cada vez mais as organizações estão constantemente a procurar da melhoria organizacional e ter um maior conhecimento dos seus ativos. Por consequência, cada vez mais as organizações estão a procurar adequar-se às normas da família ISO 55000, atendendo a que a adequação a estas normas auxilia a empresa a melhorar o seu desempenho financeiro, auxilia na gestão

estratégica de algumas tarefas, e permite melhorar o desempenho dos ativos físicos, para que desempenhem a sua função da melhor maneira possível.

É de extrema importância alinhar a gestão da manutenção, a gestão dos ativos físico e as pessoas que estão interligadas nestes processos, pois os equipamentos precisam estar em sinergia com sua vida útil, produtividade e operacionalidade. A evolução destas três áreas e das respetivas tecnologias e conhecimentos precisam estar interligadas para que se alcancem cada vez melhores resultados.

A gestão de ativos vem trazer uma relativa mudança cultural no planeamento estratégico das empresas, adicionando a estas a visão do valor dos ativos que estes são capazes de gerar ao negócio; portanto, inicialmente é necessário uma reflexão e avaliação sobre o posicionamento da empresa no mercado, bem como sobre quais são os objetivos a longo prazo e quais as expectativas e necessidades dos *stakeholders* para com o negócio principal da empresa; desta maneira podemos dizer que a gestão de ativos acaba por também influenciar nas estratégias do negócio e, por meio da padronização internacional a organização também gera um valor agregado pelo peso de uma certificação internacional mas, principalmente por trazer o desafio de pensar e tomar decisões que trarão eficiência e equilíbrio entre custos, desempenho e riscos.

Na própria norma ISO 55000 (2014) [2], a qual fornece a visão geral das normas da família ISO 55000, descreve os fundamentos nos quais a gestão de ativos deve ser baseada, que são: valor; alinhamento; liderança e; garantia. Estes quatro fundamentos, quando analisados com um pouco mais de profundidade, são fundamentos organizacionais iniciais que devem existir independente da norma; portanto, neste ponto a norma vem a fortalecer ou até relembrar estas características, e que virão a ser fortalecidas com alguns requisitos da norma ISO 55001 (2014) [3].

Não somente os aspetos internos à organização, mas também os externos, influenciam a missão da organização, portanto fatores como a conjuntura social, ambiental, cultural, económica, política, além da concorrência nos diversos níveis afetam os objetivos propostos pela gestão de ativos, portanto, é necessário ter uma atenta observação, análise e avaliação do interior e exterior da organização, com o objetivo de elencar e priorizar quais os fatores que influenciam, tanto positiva como negativamente.

De entre as diversas técnicas/métodos para esta análise organizacional, podem-se elencar a análise SWOT (Strength, Weaknesses, Opportunities e Threats), a análise de Pareto, e a análise FMEA, de entre outras que deverão ser escolhidas conforme as especificidades da organização.

Tendo em conta as normas da família ISO 55000, a organização deve preparar o *Strategic Asset Management Plan* (SAMP), o Plano Estratégico de Gestão de Ativos, e este deverá estar entrosado com o plano de desenvolvimento da organização já existente. Do ponto de vista da organização, este alinhamento entre os planos é de extrema importância, pois alinha o comprometimento da liderança da organização com a norma de gestão de ativos.

Pelo motivo de estar alinhado com a gestão estratégica da organização, toda a análise organizacional e de gestão de ativos é importante para preparar o SAMP, pois ele precisa

expressar a integração estrutural de processos e responsabilidades, além de tratar as prioridades e otimizações de recursos para assegurar a operação efetiva da gestão de ativos.

Inicialmente é necessário realizar um diagnóstico com o intuito de compreender a situação real atual/inicial no que diz respeito à gestão de ativos físicos; este diagnóstico inicial irá proporcionar à gestão de ativos algumas informações sobre onde atuar de imediato; portanto, permitirá desta maneira estabelecer a hierarquização/priorização de algumas atividades.

Desta maneira pode-se perceber que a gestão de ativos físicos esteja incluída, em concordância, e alinhada com a gestão organizacional da empresa, conforme se pode verificar na Figura 4, retirada da norma ISO 55000 [2].

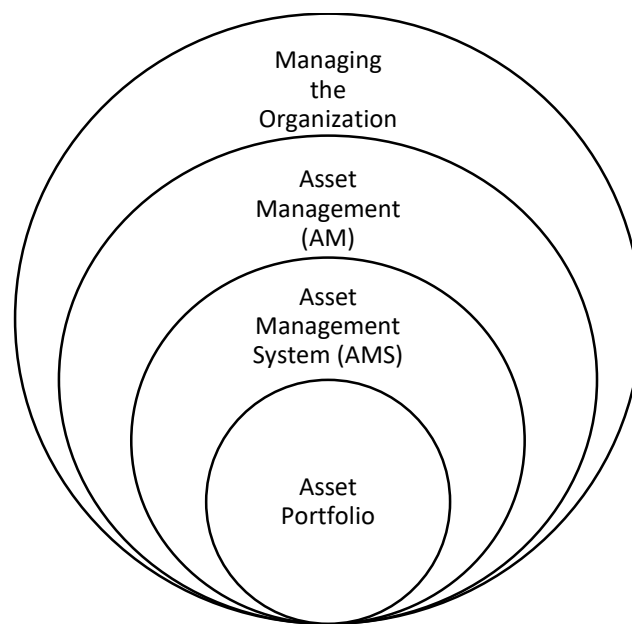


Figura 4 - Relações entre os termos da gestão de ativos.

A gestão de ativos, que está englobada na gestão organizacional, abrange o sistema de gestão de ativos e o portfólio de ativos; para melhor se compreender o seu âmbito, nas seções seguintes apresenta-se uma breve explicação sobre o que é cada um.

O sistema de gestão de ativos (AMS) “*Asset Management System*” é um conjunto de elementos interrelacionados e de interação de uma organização, cuja função é estabelecer a política de gestão de ativos e os objetivos de gestão de ativos, bem como os processos necessários para atingir esses objetivos, e o portfólio de ativos que estão no escopo do sistema de gestão de ativos.

4.2 Plano de Desenvolvimento (Estratégico, Tático e Operacional)

As empresas estão constantemente a procurar meios para melhorar os processos e os procedimentos com o intuito de obterem um melhor lucro; portanto, o olhar para a gestão de ativos necessita ser um olhar holístico, contemplando as visões estratégicas, táticas e operacionais, pois os objetivos estratégicos da organização irão influenciar as decisões, planos e atividades relacionadas com os ativos físicos.

Desta maneira, conforme já citado anteriormente, para realizar a integração estratégica entre a organização e a gestão de ativos, temos o SAMP, o qual, além de alinhar os objetivos estratégicos irá, por sua vez, dar origem aos planos de gestão de ativos que irá realizar a ligação entre os quesitos estratégicos, táticos e operacionais.

Na Figura 5, retirada da norma ISO 55002 [4], é possível, inclusive, verificar dentro do SAMP a forte correlação entre os requisitos organizacionais, liderança e planeamento definidos na norma ISO 55001.

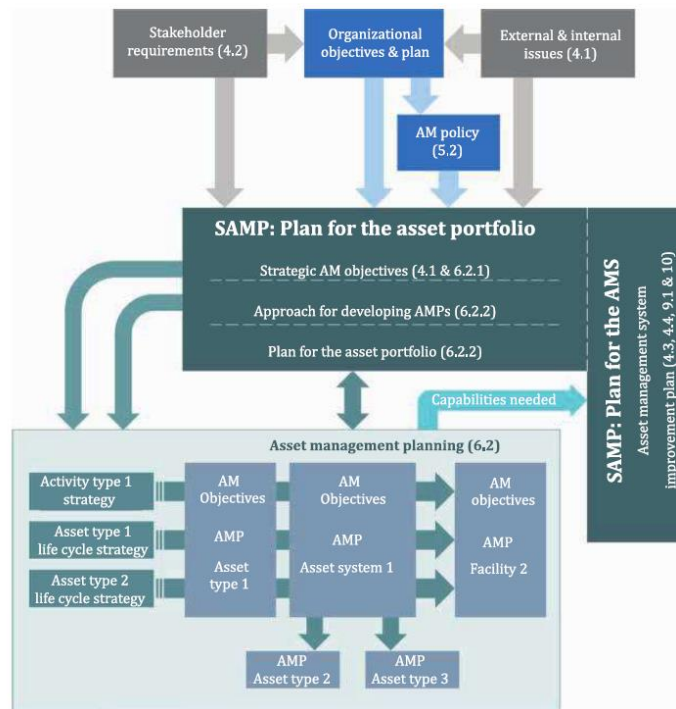


Figura 5 - SAMP Diagrama conceito. Fonte: ISO 55002 [4].

Na visão operacional dos ativos físicos, as normas de gestão de ativos acabam por trazer um reforço no pensamento quanto ao ciclo de vida do ativo físico; desta maneira, agregando o conceito completo do ciclo de vida, desde a sua aquisição, operação e cessão, conforme observado na Figura 6, retirada da norma ISO 55002 [4], alinhado o precedente com a especificação do ativo, da sua utilização e das suas responsabilidades, a visão do ativo físico torna-se mais abrangente, agregando conceitos para além da correta operacionalidade, o que acaba por resultar numa política de renovação de ativos físicos alinhada a alguns fatores, tais como, por exemplo:

- Custos operacionais durante o ciclo de vida e após exceder o período de vida útil do ativo físico;
- Existência de um risco iminente de falha do ativo físico;
- Análise do impacto de uma provável falha alinhada com o custo de substituição ou renovação;
- Análise de uma provável falha na qual possa comprometer a fiabilidade e segurança do sistema, bem como dos *stakeholders* envolvidos;

- Análise da eficiência dos ativos físicos atuais para manter a correta operacionalidade esperada de acordo com o planeamento;
- Análise da substituição ou renovação do ativo físico de modo a atender o alinhamento existente com a operacionalidade;
- Existência de novas tecnologias dos ativos físicos que implicam uma melhoria dos indicadores relativos ao desempenho, segurança e meio ambiente.

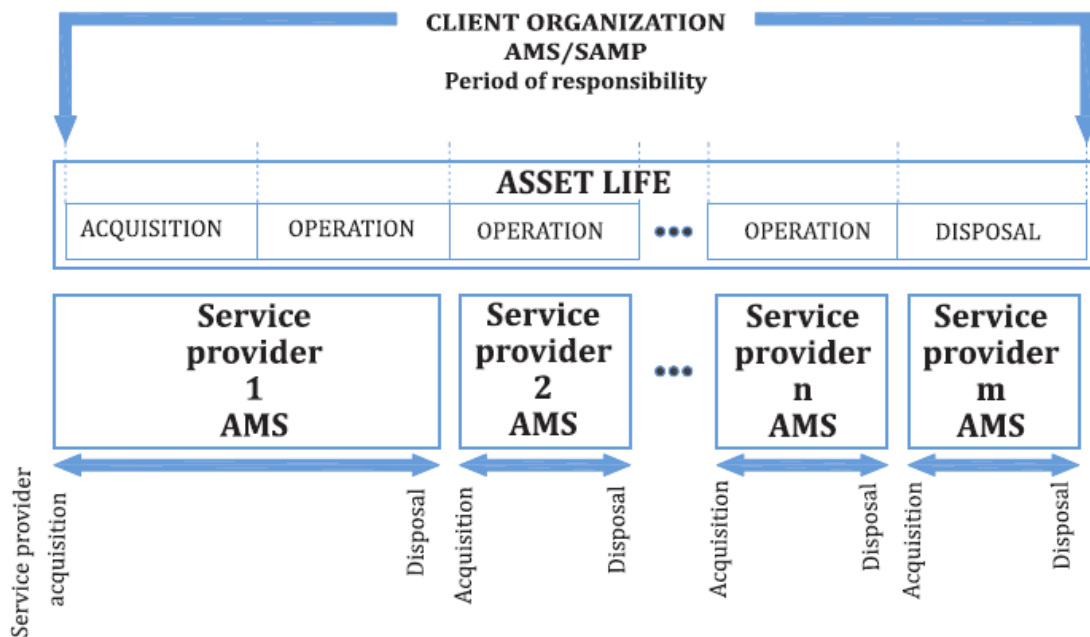


Figura 6 - Asset life cycle and responsibility model. Fonte: ISO 55002 [4].

A tomada de decisão para eventual substituição de um ativo físico, seja esta decisão antecipada ou não, deve ser realizada baseada em informação precisa e fiável sobre as condições dos ativos físicos instalados e dos possíveis substitutos, para que se consiga garantir, não somente o melhor retorno do capital investido, mas também o melhor desempenho operacional, o menor risco para a organização e que esta decisão esteja alinhada com a estratégia da empresa.

Num planeamento estratégico operacional, o plano de manutenção precisa estar alinhado com os recursos necessários e com o orçamento disponível, de maneira a tentar alinhar-se ao máximo com o planeamento estratégico da organização e tentar prever possíveis falhas ou oportunidades a médio e longo prazo.

A adoção das práticas de gestão de ativos tem como objetivo trazer:

- Melhores resultados à organização, a curto, médio e longo prazo, através da melhoria no desempenho técnico-operacional e económico-financeiro;
- Diminuição de riscos e passivos operacionais, através de melhores práticas operacionais;
- Melhorar a transparência, segurança e rastreabilidade dos investimentos.

Independente dos objetivos da gestão de ativos, inicialmente há a necessidade de definir quais as estratégias que permitirão concretizar estes objetivos.

4.3 Suporte Normativo

Normativamente, a gestão de ativos segue as normas da família ISO 55000 que podem ser observadas na Figura 7.

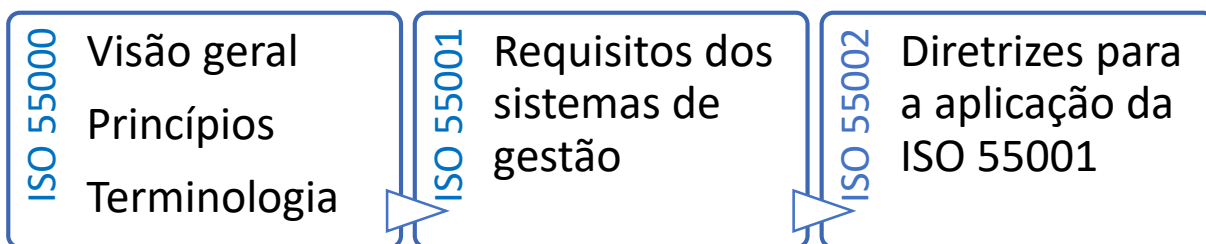


Figura 7 - Normas da família ISO 5500X.

Esta série de normas internacionais apresenta as definições e o que deve ser feito; porém, o modo de as implementar é um dos pontos que difere entre as empresas, bem como há uma constante busca para melhorar, pois, após a certificação, é de extrema importância dar prosseguimento na constante busca pela melhoria e os processos de auditoria podem, algumas vezes, apresentar um grande desafio. Vale ressaltar que, nem as normas da família ISO 5500X nem a norma ISO 19011 (2018) [37], que trata das diretrizes para a auditoria do sistema de gestão, fixam uma periodicidade para as auditorias; portanto, esta periodicidade torna-se necessária ser definida desde o início, e a auditoria é parte essencial, não somente para a organização se manter dentro dos parâmetros, mas também para se conhecer melhor e, com isto, conseguir melhorar-se ainda mais.

Tabela 4 - Requisitos da norma ISO 55001

Requisitos	Pontos
4. Contexto da organização	4.1 Compreender a organização e seu contexto 4.2 Compreender as necessidades e expectativas dos stakeholders 4.3 Determinar o âmbito do sistema de gestão de ativos 4.4 Sistema de gestão de ativos
5. Liderança	5.1 Liderança e compromisso 5.2 Políticas 5.3 Funções organizacionais, responsabilidades e autoridades
6. Planeamento	6.1 Ações para tratar os riscos e oportunidades para o sistema de gestão de ativos 6.2 Objetivos da gestão de ativos e planeamento para os atingir
7. Apoio	7.1 Recursos 7.2 Competências 7.3 Consciencialização 7.4 Comunicação 7.5 Requisitos de informação 7.6 Informação documentada
8. Operacionalização	8.1 Planeamento e controlo operacional 8.2 Gestão da mudança 8.3 Subcontratação
9. Avaliação de desempenho	9.1 Monitorização, mediação, análise e avaliação 9.2 Auditoria interna 9.3 Revisão pela gestão
10. Melhoria	10.1 Não conformidade e ação corretiva 10.2 Ação preventiva 10.3 Melhoria contínua

Na Tabela 4

Tabela 4 - Requisitos da norma ISO 55001

Requisitos	Pontos
4. Contexto da organização	4.1 Compreender a organização e seu contexto 4.2 Compreender as necessidades e expectativas dos stakeholders 4.3 Determinar o âmbito do sistema de gestão de ativos 4.4 Sistema de gestão de ativos
5. Liderança	5.1 Liderança e compromisso 5.2 Políticas 5.3 Funções organizacionais, responsabilidades e autoridades
6. Planejamento	6.1 Ações para tratar os riscos e oportunidades para o sistema de gestão de ativos 6.2 Objetivos da gestão de ativos e planejamento para os atingir
7. Apoio	7.1 Recursos 7.2 Competências 7.3 Conscientização 7.4 Comunicação 7.5 Requisitos de informação 7.6 Informação documentada
8. Operacionalização	8.1 Planejamento e controlo operacional 8.2 Gestão da mudança 8.3 Subcontratação
9. Avaliação de desempenho	9.1 Monitorização, mediação, análise e avaliação 9.2 Auditoria interna 9.3 Revisão pela gestão
10. Melhoria	10.1 Não conformidade e ação corretiva 10.2 Ação preventiva 10.3 Melhoria contínua

é

possível verificar os sete requisitos dispostos de acordo com a norma ISO 55001 [3].

Existem diversas ferramentas a serem utilizadas dentro de cada requisito; a norma dá-nos a liberdade de escolher as melhores ferramentas, de acordo com o perfil da organização, para que possa alcançar o objetivo final, de maneira a não criar mais empecilhos à implantação da norma.

4.4 Suporte Econométrico

Almeida (2014) [38] realizou um estudo da história da econometria e, de entre algumas teorias de diversos autores, como FRISCH, WOOLDRIDGE, PINTO e HEIJE e, de maneira resumida, a econometria é a união entre métodos estatísticos, matemáticos e económicos de maneira a testar, avaliar e implementar algumas teorias, de modo a confrontar os modelos com a realidade com uma abordagem quantitativa robusta.

De acordo com Heiji (2004) [46], existem três principais razões a incentivar o estudo da econometria:

- a) na maioria das vezes, a teoria económica não fornece a informação quantitativa para os processos de decisão;
- b) os dados quantitativos estão disponíveis para serem usados;
- c) modelos realistas podem resolvidos por técnicas econométricas a fim de auxiliar decisões.

Já Hoover (2006) [40] cita quatro funções da econometria, que são:

- a) testar implicações de uma teoria;
- b) calibrar parâmetros de um modelo;

- c) realizar uma previsão;
- d) caracterizar relações e fenómenos.

A engenharia é muito comum deparar-se com estes tipos de situações, nas quais se realiza uma junção de diversas áreas para análises, modelagens, testes e cálculos, com o objetivo de unir o empirismo com teorias e métodos científicos para chegar a um objetivo que satisfaça as necessidades estudadas e pesquisadas.

Raposo *et al.* (2017) [36] utilizam a econometria na gestão de ativos físicos com a intenção de determinar o melhor tempo para realizar a substituição de um autocarro, utilizando indicadores associados à aquisição, manutenção, operação, custos e outros mais. Através da informação obtida a partir dos modelos econométricos, Raposo chegou à conclusão de que a substituição dos autocarros é influenciada por dois KPI's, que são *Mean Time to Repair* (MTTR) e *Return On Investment* (ROI).

A utilização de modelos econométricos fornece informação para que os gestores saibam onde melhor atuar para que seus ativos físicos sejam mais bem aproveitados e mantidos durante toda a sua vida útil.

Já Farinha *et al.* (2020) [34] apresentam uma abordagem ao ciclo de vida dos ativos baseada num modelo econométrico chamado de *Life Cycle Investment* (LCI); este modelo seria um modelo comparativo ao *Life Cycle Cost* (LCC). Neste estudo, Farinha reforça que os ativos físicos são investimentos muito importantes, e que, portanto, devem ser cuidadosamente analisados.

Os estudos dos modelos econométricos que, tanto Raposo *et al.* (2017) [36], quanto Farinha *et al.* (2020) [34] realizam, servem justamente de suporte para que se possa avaliar qual é a melhor política de manutenção para alcançar a melhor disponibilidade, vida útil, substituição, enfim, estes estudos suportam escolhas e enfatizam que na gestão de ativos físicos é de extrema importância a gestão dos KPI's relacionados com a manutenção dos ativos físicos.

Corroborando isto, Almeida Pais *et al.* (2021) [35] reforçam a importância da econometria através de seus modelos na gestão de ativos físicos, quando nos seus estudos aplicam novos modelos econométricos na avaliação do ciclo de vida, "*Life Cycle Assessment*" (LCA) dos ativos físicos. Tal avaliação, acaba por estar diretamente ligada à gestão estratégica da gestão de ativos, pois fornece aos *stakeholders* informação que auxilia nas tomadas de decisões relacionadas com os ativos, como, por exemplo, a decisão da substituição de um ativo, que acaba por estar diretamente ligada ao SAMP.

Portanto, o suporte econométrico na engenharia e na gestão de ativos físicos é uma ferramenta importante para análise, melhoria e suporte na tomada de decisões, para que tais decisões sejam tomadas com o intuito de se obter uma maior disponibilidade e eficiência dos ativos físicos, visando deste modo maiores ganhos para as organizações.

5. GESTÃO DA MANUTENÇÃO VS GESTÃO DE ATIVOS FÍSICOS

A gestão da manutenção está diretamente ligada à gestão de ativos físicos, pois não há como realizar a gestão de ativos físicos sem considerar o tipo e a estratégia da gestão da manutenção adotada na empresa, tendo uma visão macro destas duas gestões, pode-se considerar que a gestão da manutenção está em um nível mais operacional enquanto a gestão de ativos físicos está em um nível mais estratégico.

Apesar da gestão de ativos físicos seguir a padronização da família das normas ISO 5500X, haverá diferenças de aplicações das normas de acordo com o local, o tipo de construção e a utilização do edifício na qual será realizada.

Os modelos desenvolvidos de gestão de ativos físicos, já incluem a gestão da manutenção, tendo também em consideração as normas específicas, o tipo de cultura de manutenção do respetivo país, o modelo construtivo adotado na época da construção, bem como os equipamentos e a utilização do edifício, nomeadamente em: hospitais, indústrias hoteleiras, centros comerciais, etc.

A análise efetuada é de extrema importância, pois irá realçar que a gestão de ativos físicos é um fator facilitador e agregador das organizações, também o impacto da implementação das normas (ISO 5500X) é bastante positivo e de fácil compreensão para todos os funcionários que estão ligados à área impactada.

5.1 Migração da Gestão da Manutenção para a Gestão de Ativos Físicos

Apesar de nos dias atuais a gestão de ativos físicos estar sendo mais difundida, ainda não é muito comum nas organizações e, portanto, fácil de encontrar empresas que tenham migrado e agregado informações (conhecimentos), ou seja, as empresas ainda estão somente com o pensamento da gestão da manutenção e não estão tratando a área com uma visão mais organizacional.

Assim sendo, outro ponto que foi observado através de pesquisas através do contacto com algumas empresas, é de que algumas empresas somente mudaram o nome da área de gestão da manutenção para gestão de ativos, desta maneira dando uma falsa sensação de melhoria, pois pouco ou quase nada foi implementado.

Uma outra situação vivenciada profissionalmente foi a de que em algumas organizações deram início o processo de gestão de ativos físicos, porém num determinado momento o processo ficou estagnado, por existir uma diferença de gestão e de responsabilidade entre a gestão de manutenção e a gestão de ativos físicos, sendo a gestão de ativos físicos mais rígida organizacionalmente, devido as informações afetarem as decisões estratégicas da organização, e se procede a um maior controlo dos ativos e não somente das manutenções destes.

As responsabilidades de um gestor de ativos físicos são maiores que as responsabilidades de um gestor de manutenção pois além de trabalhar com mais informações dos ativos físicos, incluindo as informações da manutenção, o mesmo necessita realizar um compilado das

informações para suportar algumas decisões estratégicas organizacionais, portanto existem situações nas quais alguns gestores das áreas de manutenção.

5.2 Caso de Estudo

No caso de estudo desta dissertação, foi desenvolvido um questionário pelo Google Forms como se pode observar parcialmente na Figura 8, com perguntas sobre o processo da implementação da certificação ISO 55001, com o foco na área de gestão de ativos físicos, porém, o intuito deste caso de estudo foi o de analisar e compreender o processo de certificação da ISO 55001, não com o foco nos conhecimentos técnicos da norma, mas sim na percepção das pessoas envolvidas no processo.

8. Do you think that there is a difference between Physical Asset Management and Maintenance Management?

Mark only one oval.

Yes Skip to question 9

No Skip to question 11

I don't know how to inform Skip to question 11

9. In your opinion, what is/are the difference(s) between physical asset management and maintenance management?

10. Do you think that in the future physical asset management and maintenance management will be treated only as one area?

Mark only one oval.

Yes

No

11. Has the company a asset management department?

Mark only one oval.

Yes Skip to question 12

No Skip to question 13

I don't know how to inform Skip to question 13

Figura 8 - Perguntas 8 a 11 do questionário desenvolvido.

Paralelamente ao questionário foi realizado um inquérito, conforme Figura 9 na plataforma LinkedIn em grupos de gestão de ativos físicos com o intuito de compreender o que os profissionais da área estão a pensar sobre a relação entre a gestão de ativos físicos e a gestão da manutenção.

O que vocês compreendem da relação da gestão de manutenção (GM) e gestão de ativos físicos (GA)?

You can see how people vote. [Learn more](#)

GM e GA são a mesma coisa

GM e GA são diferentes

GM e GA serão a mesma coisa

Não sei informar

Figura 9 - Inquérito realizado no LinkedIn.

O mercado principal a ser estudado era o mercado português e brasileiro, para tanto o formulário foi distribuído para diversas empresas portuguesas e brasileiras através de contactos nos sites, de contactos telefônicos e por grupos de gestão de ativos físicos na plataforma LinkedIn.

Para complementar o estudo de caso também foi realizada uma análise do mercado de manutenção e de gestão de ativos físicos com base em minha experiência profissional de mais de 15 anos no mercado de trabalho na engenharia em diversas empresas e na vivência em 3 países.

5.2.1 Desenvolvimento do Questionário

O questionário desenvolvido contém um total de 63 perguntas divididas em 5 categorias, divididas da seguinte maneira:

- Caracterização do profissional e da empresa: Com um total de 7 perguntas, nas quais o intuito é compreender quem está a responder e qual o mercado da empresa;
- Informações iniciais da empresa sobre a gestão de ativos físicos e a gestão da manutenção: Com um total de no máximo 17 perguntas, a depender das respostas, nas quais o intuito é compreender o conhecimento inicial do profissional e como foi a ideia inicial da implementação da norma ISO 55001;
- Início do processo de implementação da norma ISO 55001: Com um total máximo de 10 perguntas, a depender das respostas, na qual o intuito é compreender como foram os primeiros passos na implementação da norma ISO 55001;
- Área de manutenção: Com um total máximo de 12 perguntas, a depender das respostas, na qual o intuito é compreender como foi trabalhado o processo de implementação nesta área;
- Pós certificação: Com um total máximo de 17 perguntas, a depender das respostas, na qual o intuito é compreender o que se alterou e como estão as áreas após a certificação.

Já o inquérito desenvolvido tinha o intuito de compreender o que os profissionais da área de gestão de ativos estão a compreender/pensar sobre a relação entre a gestão de ativos físicos e a gestão da manutenção, através de 4 opções.

5.2.2 Respostas

Quanto às respostas, daremos início pelo inquérito realizado pelo LinkedIn, pois este inquérito nos fornece uma visão geral da percepção dos profissionais que de algum modo estão a acompanhar informações sobre gestão da manutenção e gestão de ativos físicos.

Foram sugeridas 4 opções sobre a percepção individual da relação entre a gestão da manutenção e a gestão de ativos físicos, e foram obtidas 174 respostas

As 4 opções eram:

- Gestão da manutenção e gestão de ativos físicos são a mesma coisa;
- Gestão da manutenção e gestão de ativos físicos são diferentes;
- Gestão da manutenção e gestão de ativos físicos serão a mesma coisa;
- Não sei informar.

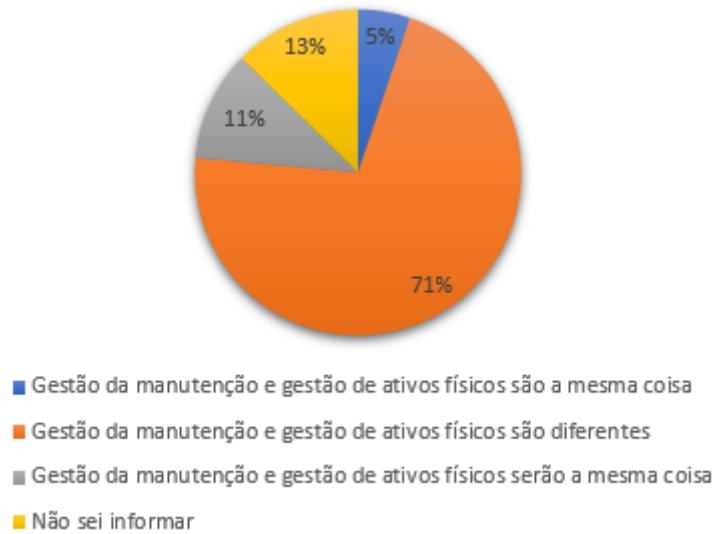


Figura 10 - Resultado do inquérito realizado no LinkedIn.

Pode-se inferir inicialmente pela Figura 10 que a grande maioria tem o conhecimento da diferenciação entre a gestão de ativos físicos e a gestão da manutenção, porém foi uma surpresa que em segundo lugar no enquete tenha sido a dos profissionais que não “sabem informar” sobre a relação entre as duas gestões.

Partindo para o questionário, conforme já informado o foco era o mercado português e brasileiro, porém após alguns meses divulgando e retornando o contacto com várias empresas, somente obtive cinco respostas válidas, das quais uma empresa era portuguesa, uma inglesa e três brasileiras.

Todos os profissionais que responderam estão em cargos de gestão ligados diretamente à gestão de ativos e manutenção, o que foi um ponto muito importante pois apesar de serem somente cinco respostas, pode-se tentar validar alguns conhecimentos e verificar o que se pode fazer para fortalecer a área combinada da gestão da manutenção e gestão de ativos físicos.

As respostas validadas foram referentes a uma empresa inglesa do ramo de gestão de resíduos que está operacional desde os anos 1980 a uma empresa de Portugal é do ramo de operação e manutenção de infraestruturas, que faz parte de um grupo de empresas que existe a mais de 90 anos, uma brasileira do ramo financeiro criada nos anos 1800, uma empresa brasileira do ramo da mineração com aproximadamente 15 anos de existência, porém que faz parte de uma multinacional norueguesa e a outra empresa brasileira do ramo de energia oficialmente fundada nos anos 2000 que faz parte de um grupo português.

5.2.3 Análises das Respostas

Inicialmente causou-nos estranheza a quantidade de profissionais que não sabem informar a diferenciação entre a gestão da manutenção e gestão de ativos físicos, para validar de alguma maneira fomos verificar os perfis dos profissionais que responderam esta opção, e por surpresa encontramos profissionais com as seguintes formações e ocupações: *facilities services*

professional, director of plant operations, eletrotécnicos, engenheiros, mecânicos, supervisor de produção, dentre outros.

Apesar da grande maioria dos profissionais terem respondido que são questões diferentes a opção: Gestão da manutenção e gestão de ativos físicos serão a mesma coisa, foi colocada para tentar compreender o que se espera do futuro da área de gestão de ativos físicos, tendo em vista que apesar de serem áreas distintas, estas duas áreas não podem ser tratadas de modo individualizado

Dando início à análise dos questionários, existem dois pontos iniciais que são de grande importância realçar: a dificuldade de se encontrar respostas de empresas com certificado ISO 55001, pois só existem no mundo em 2024, 687 certificados válidos, sendo que no Brasil existem somente 13 certificações, em Portugal existem 8 certificações e em Angola nenhuma empresa é certificada.

Em relação à primeira dificuldade, inclusive na ISO Survey data (2020) [41] na qual realizam pesquisa das certificações das normas, a norma ISO 55001 ainda não possui informações, as informações da ISO Survey data (2021) [42] só foram disponibilizadas no segundo semestre de 2022, após a realização da pesquisa e do questionário desta dissertação, porém é válido informar que enquanto no ano de 2020 a norma ISO 55001 não possuía informações, no ano de 2021 a norma ISO 55001 possui 488 certificados, incluindo 7 no Brasil e 8 em Portugal, já em relação à segunda dificuldade após alguns meses sem respostas das empresas às quais tinha entrado em contacto inicialmente, iniciei a divulgação do questionário na plataforma LinkedIn e entrei novamente em contacto com as empresas reenviando os e-mails e novamente entrei em contacto por telefone com o intuito de novamente tentar obter as respostas, porém desta vez também com o intuito de compreender o que estava a ocorrer por não receber respostas ao questionário, e dentre as diversas negativas, obtive algumas respostas que foram solicitadas sigilo de informação das empresas, para não prejudicar à empresa e o colaborador, porém foram autorizadas a informação o motivo da não resposta ao questionário.

Apesar de inicialmente no questionário ter sido informado o sigilo quanto à empresa, os colaboradores que entrei em contacto estavam receosos e nos informaram os seguintes motivos da não resposta ao questionário:

- 1) A empresa já estava a tratar o departamento de manutenção pelo nome de ativos físicos, porém a empresa ainda não tinha o conhecimento correto da diferença entre gestão de ativos físicos e gestão da manutenção, portanto, a única alteração realizada foi a troca do nome de gestão da manutenção por gestão de ativos físicos, mantendo os mesmos procedimentos/processos e indicadores de gestão da manutenção.
- 2) A empresa tinha iniciado o processo para ter a área de gestão de ativos, porém não tinha maturidade suficiente ou não tinha o apoio da direção para implementar as mudanças necessárias, portanto, houve a mudança do nome, mas o processo não teve continuidade.
- 3) A própria área da gestão da manutenção não se interessou e não quis dar continuidade no processo pois após verificarem que na gestão de ativos existe uma maior responsabilidade e controlo dos ativos físicos, alguns líderes ficaram com receio de acumular mais responsabilidades.

- 4) Algumas empresas também ficaram receosas de passar informações pois atualmente por poucas empresas possuírem esta certificação, a empresa não queria divulgar informações para não gerar concorrência de reconhecimento no mercado da empresa.

Nestes casos que tive o *feedback* por telefone, foi possível confirmar que algumas empresas somente querem fazer *marketing* utilizando o nome gestão de ativos. Após estas primeiras dificuldades e descobertas, foi possível analisar aos cinco questionários respondidos, e já com estas informações iniciais foi possível validar de uma certa maneira algumas das respostas dos questionários.

Apesar de serem empresas distintas no seu ramo de atuação, todos os colaboradores possuem cargos gerenciais na área de gestão de ativos físicos e manutenção, sendo que os profissionais que estão a mais tempo nas empresas acreditam que a gestão de ativos físicos e a gestão da manutenção não serão unificadas e tratadas somente como uma área específica, e uma análise interessante é que todas as 3 empresas brasileiras acreditam que no futuro as áreas serão unificadas, isto acontece por uma questão cultural no Brasil de trocar o nome de áreas somente para se adequar ao que o mercado pede.

Um ponto muito importante observado na resposta dos questionários, e que é essencial em todo o procedimento da certificação, foi que a ideia de dar início ao procedimento de certificação foi uma decisão *top down*, ou seja, foi uma decisão que teve o suporte da direção da empresa. Esta situação é de extrema importância pois nos momentos de dificuldades no procedimento os colaboradores envolvidos no processo terão um suporte da diretoria.

Na motivação da implementação da certificação temos respostas distintas, porém que abrangem dois principais pontos muito importante e que podem demonstrar ainda mais os fatores positivos da implementação da norma, porém, enquanto uma empresa decidiu ter a certificação por questão técnica financeira as outras quatro decidiram ter a certificação com o objetivo de usar o nome gestão de ativos físicos somente como *marketing*.

O primeiro ponto é embasada no quesito financeiro e técnico pois a empresa iria realizar um investimento em uma tecnologia e que seria necessário maior investimento em ativos físicos.

A segunda resposta que tem por base parte da explicação das dificuldades iniciais, porém usada de maneira correta, é justamente a questão do *marketing*, porém utilizada de maneira positiva para ganho de todos. As empresas decidiram por realizar a certificação ISO 55001 como uma vantagem de mercado para demonstrar aos seus clientes a sua excelência de serviço e garantir que o ativo físico está em conformidade com as condições trabalho prolongando sua vida útil. Nesta situação podemos verificar o lado positivo do marketing bem como a real preocupação com os ativos físicos, ao contrário das empresas que estão a procurar somente um falso *marketing*, portanto esta resposta acaba por validar e reforçar ainda mais a situação vivenciada da negativa das respostas ao questionário.

Já em relação às resistências na implementação da certificação, apesar das empresas estarem com o apoio da direção, apenas uma empresa relatou que teve resistência na implementação. A resistência relatada foi justamente pela percepção de que se criaria muito mais trabalho para as pessoas nas áreas, esta informação, acaba por também validar e reforçar a situação de negativa

das respostas ao questionário, na qual colaboradores tinham o receio de aumentar trabalho e responsabilidades.

Em duas empresas a informação foi de que houve suficiente reuniões para explicar o que era e como seria o processo, e o tempo, foi percebido que pode variar de acordo com a organização e com o que poderia já estar implementado, porém nas outras três empresas as informações foram de que não houveram reuniões e explicações necessárias durante todo o procedimento. Apesar de todas as empresas já possuírem procedimentos parecidos, apenas uma empresa houve uma atuação distinta de não mudar os procedimentos já existentes, esta empresa foi justamente a empresa que tem menos funcionários, que menos tempo demorou para conseguir o certificado e que queria a certificação para demonstrar para o cliente que possui a certificação, todas as demais trocaram os procedimentos e que pode ter sido o que causou um maior tempo de implementação em uma empresa, pois enquanto uma empresa optou por manter os procedimentos existentes que eram parecidos aos novos as outras empresas optaram por mudar todos os procedimentos mesmo os que eram parecidos justamente para unificar todos os procedimentos, e esta empresa que optou pela mudança foi a empresa que mais demorou no processo de implantação, porém também são empresas maiores.

No quesito de manutenção, em todas as empresas houve um suporte e participação da equipe de manutenção no processo, apesar de que também foi relatado uma resistência com a equipe de manutenção na mesma empresa que já tinha relatado a resistência de alguns colaboradores, porém em todas as empresas foi relatado que houve uma percepção de melhoria no procedimentos, o que pode-se inferir que apesar das situações adversas a gestão de ativos físicos realmente auxilia na melhoria da gestão na área da manutenção, e para além da percepção, foi encaminhado um dado que mostra esta melhoria para além da percepção, tendo em vista que em uma situação específica, devido à standardização dos procedimentos de manutenção e a empresa obteve disponibilidade relativa de 99% de um conjunto de 10 turbinas.

Quanto às informações pós certificação, nas duas empresas houve uma mudança nos KPI's das empresas, tendo agora uma maior preocupação principalmente com o ciclo de vida dos ativos físicos, o que também mostra o poder de melhoria da implementação da norma ISO 55001.

Em duas empresas foi implementado uma nova tecnologia/*software* na qual a informação foi a de que os colaboradores foram bem treinados, porém, apesar de terem sido bem treinados foi constatado que ainda existe um *gap* seja tecnológico ou de conhecimento entre a gestão de ativos físico, os ativos físicos e o conhecimento dos colaboradores, portanto mesmo com o treinamento nas tecnologias, é importante alinhar estes três conhecimentos para que haja um crescimento ordenado com investimentos proporcionais entre a gestão dos ativos físicos, os ativos físicos e o conhecimento dos colaboradores que estão inseridos neste processo, já nas outras três empresas não houve a implementação de novo *software*.

5.2.4. Experiência Operacional e Análise Comparativa: Insights e Desafios Vividos

O mercado no qual a gestão de manutenção e a gestão de ativos físicos atua varia de acordo com algumas variáveis, sejam elas, o tipo de empresa, o local que a empresa está, a origem da

empresa e o cliente, dentre outros factores. Durante minha experinencia profissional e pessoal, trabalhei para diversos tipos de empresas, seja construção civil, empresas de manutenção e de prestação de serviço, empresas nacionais e multinacionais e residi em 3 países distintos, Brasil, Portugal e Angola.

Esta vivência junto com minha experiência e constante aprendizado, curiosidade e análises me municiaram com um conhecimento do mercado na qual é válido fazer uma análise comparativa da gestão da manutenção e de ativos físicos no que tange a diferentes factores que influenciam o mercado da engenharia.

5.2.4.1. A gestão de manutenção e ativos físicos nas construtoras

A gestão de ativos físicos nas construtoras é de extrema importancia, pois seus maquinários são equipamentos de elevado valor e a insdiponibilidade de algum equipamento ou a improdutividade de um equipamento pode levar não somente a atrasos, mas também a grandes perdas financeiras.

Já trabalhei em construtoras que arrendavam os maquinários e outras que possuíam seus próprios maquinários, ambas as soluções são válidas a depender do tamanho da empresa, pois existem custos atrelados na qual a depender do porte da empresa, tais custos acabam por inviabilizar a construção.

Custos de aquisição, manutenção, depreciação, e de diminuição de produtividade em função da evolução tecnológica precisam ser levadas em consideração, porém, custos de atraso pela falta ou indisponibilidade do equipamento precisam ser avaliados conjuntamente.

No Brasil a depender do tamanho e do tipo de construção a construtora opta por fazer a aquisição de maquinários, pois isto pode levar a empresa a ter uma vantagem construtiva em período de alta construção para além do ativo físico aumentar o valor da empresa, mesmo tendo custos e depreciações.

No início dos anos 2000 em Brasília, por exemplo, houve um *boom* na construção civil, na qual houve uma demanda muito grande por diversos equipamentos como retroescavadeiras, mini escavadeiras, mini carregadeiras, bomba de lançar betão, dentre outros equipamentos utilizados na construção, com este *boom* e pela quantidade de equipamentos disponíveis na época não atenderem a alta demanda, construtoras com mais recursos financeiros ou adquiriram novos equipamentos ou faziam contratos maiores com planejamento de utilização dos equipamentos, deixando assim construtoras menores com menos possibilidades e gerando maiores atrasos nas obras.

Eu vivenciei algumas situações nas construtoras que atuei, como por exemplo, nas construções de casas populares na qual estávamos em uma região distante e todo nosso betão armado foi feito com betoneira pois não tínhamos disponibilidade de caminhão de betão, isto nos fez recalcular o tempo de obra e de entrega das casas, gerando atrasos e alteração no fluxo de caixa da empresa, outra situação que atrasou parte da entrega da obra foi a disponibilidade de máquinário para fazer o asfalto nas ruas, pois na cidade somente tinha um equipamento e que pela falta de gestão do ativo físico, o equipamento danificou e ficou por mais de um mês parado.

Outra situação vivenciada foi a de que a empresa adquiriu equipamentos para utilizarmos nas obras e para arrendar para outras empresas, porém, a falta da gestão também fez com que houvesse problemas pois apesar de serem equipamentos pesados de uso extremo, a falta da gestão fez com que alguns equipamentos ocorressem em falhas atrasando inclusive obras da proprietária dos equipamentos, e me recorde que na hora da venda, houve uma perda de valor muito alta, pois para além do equipamento estar danificado, o *boom* da construção já estava a reduzir e com diversas empresas iniciando a terem problemas financeiros, inclusive pela falta de gestão de aquisição de equipamentos.

Estes exemplos mostram que a aquisição de equipamentos cumpre seu papel quando se tem uma gestão dos ativos realizando uma análise criteriosa de todos os passos, pois o que pode inicialmente ser pensada como vantagem, pode na verdade vir a ser uma grande desvantagem a médio longo prazo.

Em Angola a situação é bem diferente devido à dificuldade em se adquirir internamente equipamentos, grande parte dos equipamentos são adquiridos, porém, infelizmente a gestão de manutenção em Angola se deixa muito a desejar, por alguns factores como custo de peças sobressalentes, mão de obra com baixa capacitação e culturalmente não existe uma real preocupação com manutenção, inclusive com a vida útil dos equipamentos, com empresas adquirindo equipamentos analisando praticamente preço e disponibilidade.

Outro ponto a se observar é de que no Brasil existem normas de construção e legislação, que auxiliam na gestão do edifício pronto, porém em Angola é muito comum encontrarmos construções que seguem o padrão de construção da construtora, o que significa que é muito comum encontrarmos construções que seguem padrões/normas distintos sendo as mais comuns para além da Angola, a portuguesa, a brasileira e a chinesa.

5.2.4.2. A gestão de manutenção e ativos físicos atuando junto ao governo

Quando se trata de prestação de serviço para o governo, temos situações bem complexas, pois a depender do órgão pode ou não existir a disponibilidade financeira e mesmo que se tenha a disponibilidade financeira, ainda existem situações pontuais políticas na qual se deve conciliar.

No Brasil aonde tenho a maior parte da experiência, alguns órgãos do governo dispõem de muitos recursos para se realizar uma gestão de ativos físicos exemplar, aonde alguns com corpo técnico sério conseguem melhorar e ampliar a vida útil do edifício, como já presenciei durante retrofit de sistema de ar condicionado e elétrico em sistemas críticos, tanto é que no Brasil existe um Banco estatal que foi um dos primeiros a ter certificação ISO 55000, porém muitos outros optam por utilizar os recursos financeiros com demandas políticas, vivenciei um caso muito importante que foi o fim do ciclo de vida de um chiller na qual durante mais de 6 anos todos os meses era indicado nossa preocupação com o equipamento que já estava instalado a mais de 15 anos e nós já estávamos a alertar que mesmo com a devida manutenção, alguns componentes se faziam necessário a substituição, ou até mesmo um retrofit do equipamento, pois o equipamento já estava apresentando redução de eficiência, porém, sempre fomos informados que não existia verba financeira suficiente para realizar a troca ou retrofit do equipamento, ao

mesmo tempo que se gastava quantias superiores à necessária em alterações de layout para adequação às vontades de diretores e presidentes da instituição.

Em Portugal vivencie pouco, porém, junto à duas camaras municipais me impressionei positivamente com a preocupação com toda a parte documental e com o cuidado da manutenção, me impressionou positivamente pois percebi que não se tinha a quantidade de disponibilidade financeira que o governo brasileiro tinha aonde trabalhei, porém, com o pouco que tinham estavam preocupados em realizarmos o necessário para manter da melhor maneira possível os equipamentos e manter o histórico de manutenção para depois avaliarem a vida útil, pois foi o que me foi passado na época.

Em Angola, infelizmente a cultura de manutenção e com isso a cultura da gestão de ativos físicos é muito entristecedor, apesar de compreender a situação do país, é muito complicado e triste ver e saber que existem prédios importantes do governo no qual não possuem água para dar descarga ou se lavar as mãos, dezenas de luzes queimadas, sistemas mecânicos com diversas falhas, enfim, é uma área na qual não se dá a devida atenção, tornando assim um custo futuro muito maior.

5.2.4.3. A gestão de manutenção e ativos físicos atuando na industria privada

Na industria privada, é aonde se tem a maior variedade de opções de situações existentes, pois existem industrias na qual é de extrema importancia e segurança a gestão da manutenção, existem outras industrias nas quais se depende da disponibilidade financeira e também existe a questão cultural da empresa.

No Brasil trabalhei para uma multinacional americana que prestava serviço para outra multinacional americana tive uma experiência muito enriquecedora não somente na gestão da manutenção mas principalmente na gestão dos ativos físicos, na qual ambas as empresas tinham um foco muito grande na qualidade da manutenção realizada para ter um melhor rastreamento e cuidado com os equipamentos para saber o melhor momento de se ter ou um retrofit ou substituição dos equipamentos.

A primeira preocupação era a de conhecer nossos equipamentos pois tínhamos que fazer nossa gestão financeira baseada na situação dos equipamentos, isto nos traz mais para a realidade dos custos de manutenção, portanto nosso CAPEX se aproxima mais da realidade da situação dos equipamentos, na qual prevíamos aquisição e substituição da peças para aumentar o tempo de vida dos equipamentos sem diminuir a disponibilidade dos equipamentos.

A gestão de manutenção atuávamos mais de maneira preventiva e utilizando dados de manutenções e inspeções, era massante a quantidade de informações que tínhamos com o intuito de realizar da melhor maneira possível nossa manutenção defendendo nossos custos, pois a empresa não tinha problemas em nos fornecer o recurso financeiro, contanto que nós justificássemos comprovando com a maior quantidade de informações tecnicas financeiras a necessidade.

A gestão da manutenção se adequava ao espaço físico e equipamentos, à necessidade do cliente, disponibilidade dos equipamentos e à programação realizada, aonde era possível alterar algo através de novos dados adquiridos nas manutenções anteriores. Apesar das empresas não terem o certificado da ISO 55000, a atuação se preocupava efetivamente com a gestão dos ativos, e isto é o mais importante pois a cultura já está enraizada na empresa, fazendo com que uma certificação seja muito mais fluida.

Tenho dois bons exemplos vivenciados podem ser os seguintes:

- 1) Houve uma manutenção de uma série de equipamentos específicos na qual a fabricante foi ao local e houve um *benchmark* quanto à manutenção e vida útil dos equipamentos, nossos equipamentos foram os que estavam em melhores condições mesmo tendo mais tempo de uso que os concorrentes. Esta manutenção específica do fabricante houve justamente por outras empresas reclamarem da situação dos equipamentos, e isto evidenciou não somente a qualidade da manutenção, mas a preocupação com o ativo da empresa, mostrando que a vida útil do equipamento não se dá somente pela manutenção, mas pela preocupação real com o ativo físico.
- 2) Eram feitas substituições de peças preventivamente em alguns momentos antes do necessário, pois eram conhecidos os picos de uso e desgaste através de monitoramento de dados, apesar de apresentar um custo a troca de peças, foi realizado uma análise no qual o custo da paragem operacional era maior que o custo da peça ser substituída em momento de disponibilidade de manutenção do equipamento, isto aumentou a vida útil e reduziu custos operacionais.

Em Portugal pude trabalhar com empresas portuguesas e empresas multinacionais prestando serviço de manutenção especializada, apesar de ter sido um período curto consegui informações que julgo serem valiosas, pois a gestão técnica em Portugal foi muito tranquila, com profissionais bem capacitados e cuidadosos, a gestão de comunicação com as empresas foi bem transparente, o que demandava mais era a gestão financeira, pois existia um cuidado maior pela não disponibilização de verba suficiente para fazer o trabalho com maior excelência e preventivamente, atuando mais no contrato de maneira corretivamente, e a gestão contratual da empresa multinacional foi um ponto que me saltou os olhos pois assim que entrei na empresa na qual fiz parte, a multinacional tinha mais informações contratual que a nossa empresa e se mostrava a empresa mais preocupada com a vida útil do ativo físico.

Apesar de atuar mais de maneira corretiva em função da situação financeira, é importante reforçar que isto se deu no pós COVID e com empresas que de fato foram afetadas com toda a situação, e acredito que nos dias atuais a situação possa ter melhorado, pois na época da minha experiência fui a diversos locais e pude verificar não só a qualidade do serviço realizado mas também o bom estado de conservação dos equipamentos.

Em Angola estive presente em alguns locais realizando visitas e o observado foi que somente a indústria petrolífera, tem um maior cuidado com os ativos físicos, em decorrência da dificuldade de se encontrar algumas peças e equipamentos no país, estive em hotéis, indústrias e outros locais e infelizmente a gestão da manutenção não é prioridade, levando ao desgaste

premature e sucateamento de vários equipamentos e edifícios, mesmo em empresas multinacionais portuguesas, brasileiras, chinesas e de outras nacionalidades, a cultura da gestão de manutenção e da gestão de ativos físicos em Angola não é prioritária nem valorizada, pois os profissionais desta área por vezes chegam a receber mais da metade dos salários de profissionais que atuam seja na construção ou na indústria petrolífera.

6. CONCLUSÃO

A gestão de ativos físicos ocupa, cada vez mais, o seu espaço no mercado com novos pensamentos, técnicas e preocupações que antes na gestão da manutenção eram deixadas de lado, principalmente pelo tipo de gestão da manutenção, e podemos comprovar esta evolução da gestão de ativos através das informações oficiais da ISO que obtivemos através da ISO Survey data (2021) [42], na qual passamos a ter 488 certificados em 2021, sendo que de acordo com a ISO Survey data (2020) [41] não tínhamos nenhuma informação sobre a certificação ISO 55001. Portanto, em tempos modernos, é de extrema importância ter uma visão completamente sustentável de maneira a planejar os investimentos, desde o seu projeto até ao seu descarte, levando em consideração as diversas variáveis financeiras, pessoais, operacionais, ambientais, etc.

O intuito deste trabalho foi o de, inicialmente, apresentar a gestão da manutenção que, apesar de existirem diferenças de normas entre países, há já alguns conceitos universais. Quanto à gestão de ativos físicos, cujos conceitos são relativamente novos quando comparados à gestão da manutenção, procurou-se normalizar os seus conceitos com o intuito de se ter uma maior padronização mundial e ligação entre estas duas áreas.

No primeiro ponto desta dissertação, a revisão da literatura e a pesquisa sobre a gestão da manutenção e a gestão de ativos físicos é de extrema importância, pois alguns pontos observados por diversas vezes nos passam despercebidos, esquecidos e confundidos tendo em vista a extensa literatura do assunto:

- 1) Apesar dos países terem algumas normas próprias e muito bem escritas, como é o caso de Portugal, também existem normas de outros países que complementam o conhecimento e se aplicam de maneira global, como é o caso de algumas normas britânicas, francesas e americanas.
- 2) Os conceitos dos tipos e estratégias de manutenção constituem uma difícil interpretação dos mesmos, principalmente quando se procuram informações em diferentes países, pois cada autor tem interpretações próprias de acordo com a sua experiência profissional.
- 3) A gestão de ativos físicos está a atuar de forma correta realizando a normalização dos seus conceitos logo de início, fazendo com que haja um melhor entendimento internacional sobre o assunto.

No segundo ponto, pretendeu-se avaliar a perceção das organizações que já estão certificando-se segundo a norma ISO 55001. Quanto à aplicação da gestão de ativos físicos, tendo em vista que o mercado já está a criar demandas pelo maior controlo dos ativos físicos, o intuito não foi avaliar a maturidade da organização ou o conhecimento técnico do colaborador, e sim a perceção dos colaboradores sobre a gestão de ativos físicos e a sua implementação na organização.

Este segundo objetivo do trabalho, apesar de encontrar várias dificuldades devido às restrições na obtenção de informações de algumas empresas, foi também muito esclarecedor.

É sabido que a implementação da norma ISO 55001 tem por objetivo trazer melhorias para as organizações através de uma melhor gestão dos seus ativos físicos, elevando as decisões da área de engenharia/manutenção de uma organização a um patamar de decisões organizacionais e não somente de decisões operacionais. Porém, foram descobertos alguns entraves à correta implementação da norma ou até, simplesmente, à introdução das melhorias da gestão de ativos físicos, que foram:

- 1) O receio do excesso de trabalho ou de se ter mais responsabilidades acaba por inibir alguns profissionais de se beneficiar desta melhoria na gestão.
- 2) A implementação apenas por marketing ou desconhecimento da norma, ou seja, nomear a antiga área de gestão da manutenção por gestão de ativos físicos, somente porque outras empresas assim estão a fazer, ou seja, as organizações mudam o nome da área, porém, não implementam os conhecimentos da gestão de ativos físicos.
- 3) A motivação da implementação, isto é, implementar a norma sabendo que isto está a ser realizado porque trará benefícios à organização. Por outro lado, havendo real motivação, virão melhores resultados do que ao implementar somente porque o mercado está a solicitar.

A motivação foi perceptível na comparação das empresas analisadas que responderam aos questionários, pois as empresas que já tinham alguns procedimentos parecidos e menos modificou os seus procedimentos para readequar aos novos, foi a empresa que optou por realizar a implantação e certificação da norma ISO 55001, com o intuito de mostrar ao cliente vantagens competitivas no mercado. Já a outra empresa optou por refazer todos os procedimentos com o intuito de padronizar todo o novo procedimento tomando a decisão por compreender que a implementação da norma ISO 55001 estava a ocorrer para se obter uma melhoria na empresa, principalmente do ponto de vista financeiro. Este exemplo pode parecer simples, todavia mostra o comprometimento com a mudança.

Outro ponto analisado com base na minha experiência profissional e vivência na área da engenharia é de que a gestão de ativos muda completamente de acordo com a área de atuação da empresa, tipo de empresa e local que a empresa está. Logicamente que a gestão da manutenção ainda é a mais conhecida e difundida, porém a gestão de ativos físicos precisa ser mais fomentada em empresas de engenharia, pois é parte essencial da engenharia o cuidado com o ciclo completo de uma máquina levando em consideração questões financeiras e ambientais para o equilíbrio e desenvolvimento a longo prazo das empresas.

Após todos os estudos, pesquisas e análises acreditamos que, para o futuro, existe uma forte possibilidade de que a gestão da manutenção e a gestão de ativos físicos possam vir a ser tratadas de maneira igual, pois consideramos que a gestão de ativos físicos é uma melhoria nos procedimentos de cuidado com os equipamentos, ainda que esta melhoria não se limita somente a estes, mas também e, principalmente, à melhoria das decisões e pensamentos, já que os pensamentos destas duas áreas tenderão a unificar-se de forma integrada.

Para desenvolvimentos futuros, acreditamos ser pertinente realizar um estudo comparativo entre países com maturidades diferentes na gestão de ativos físicos e analisar a percepção dos valores agregados com a implementação da norma ISO 55001 ou apenas com a implementação

dos conceitos da norma ISO 55001, pois foi percebido que as empresas já estão a implementar os conceitos, porém ainda não estão a realizar a certificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] British Standards Institution's. (2008). PAS 55. Publicly Available Specification for the optimal management of physical assets.
- [2] ISO 55000 (2014). *Asset management – Overview, principles and terminology. ISO 55000:2014*. International Organization for Standardization.
- [3] ISO 55001 (2014). *Asset management - Management systems - Requirements. ISO 55001:2014*. International Organization for Standardization.
- [4] ISO 55002 (2018). *Asset management - Management systems – Guideline for the application of ISO 55001. ISO 55002:2018*. International Organization for Standardization.
- [5] ISO 41001 (2018). *Facility management - Management systems – Requirements with guidance for use. ISO 41001:2018*. International Organization for Standardization.
- [6] BS EN 13306 (2017). “Maintenance - Maintenance terminology”, British Standards Institution's.
- [7] Barros, J. F. do R., and Lima, G. B. A, (2011). A gestão da manutenção no plano estratégico dos empreendimentos industriais. VII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO: Agosto 12-13, 2011. Disponível em: <http://www.mantenimentomundial.com/notas/T11_0381_1830.pdf Acesso em: 09 de março de 2021
- [8] Kardec, A., & Nascif, J. (2010). *Manutenção: Função Estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora.
- [9] Marquez, A. C. & Gupta, J. N. D. (2006). Contemporary maintenance management: process, framework and supporting pillars. *Omega* 34 pp. 313-326.
- [10] Farinha, J.M.T. (2018). *Asset Maintenance Engineering Methodologies*. Boca Raton; 1ª Edição, CRC Press. 336p.
- [11] Teixeira, A. (2001). Multicriteria decision on maintenance: spares and contract planning. *European Journal of Operational Research* 129.
- [12] Santos, L. and Pacheco, D. (2016). “Determinantes Para O Alinhamento Entre A Gestão Da Manutenção Industrial E O Planejamento Estratégico,” *Revista Ingeniería Industrial*, Universidad del Bío-Bío.
- [13] Coelho, R. (2015), “Aplicação do conceito de Gestão de Ativos Físicos numa Estação Elevatória de Águas”. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- [14] AMCOUNCIL (2014). Asset Management Council. What is asset management?. Disponível em: <https://www.amcouncil.com.au/knowledge/what-is-asset-management.html>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2021.
- [15] Hastings, N. A. J. (2015). *Physical Asset Management*. Springer: Cham.
- [16] Institute of Asset Management – IAM (2015). “Asset Management – an anatomy”, Version 3, disponível em: https://theiam.org/media/1781/iam_anatomy_ver3_web.pdf, site Acesso em: 16 de fevereiro de 2021.
- [17] Dicionário Online de Português, disponível em: <https://www.dicio.com.br/gestao/> Acesso em: 18 de fevereiro de 2021

- [18] Swanson, L. (2001) “Linking maintenance strategies to performance”, *International Journal of Production Economics*, vol. 70 no. 3, pp. 237-44. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527300000670>
- [19] Cholasuke, C., Bhardwa, R. and Antony, J. (2004) “The status of maintenance management in UK manufacturing organizations: results from a pilot survey”, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 10, no.1, pp. 5–15.
- [20] Carnero, M. C. and Novés, J. L. (2006) “Selection of computerized maintenance management system by means of multicriteria methods”, *Production Planning & Control*, 17:4, 335-354. <https://doi.org/10.1080/09537280600704085>
- [21] Fernandez, O., Labib, A. W., Walmisley, R. and Petty, D. J. (2003). “A decision support maintenance management system: Development and Implementation”, *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol.20, no 8, pp. 965-979. <https://doi.org/10.1108/02656710310493652>
- [22] International Facility Management Association (2016). “What Is FM - Definition of Facility Management”. Disponível em: <https://www.ifma.org/about/what-is-facility-management>. Acesso em: 02 de março de 202.
- [23] Then, D. S. S. (1999). “An integrated resource management view of facilities management”, *Facilities*, Vol. 17 Nos 12/13, pp. 462-9. <https://doi.org/10.1108/02632779910293451>
- [24] Carvalho, J. A. (2012). *Facility Management - Uma Nova Realidade Na Gestão de Edifícios*. Edited by Imoedições - Edições Periódicas e Multimédia. Porto: Uniarte Gráfica, S.A.
- [25] Coetzee, J.L. (1999). A holistic approach to the maintenance “problem.” *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 5 No. 3, pp. 276-280. <https://doi.org/10.1108/13552519910282737>
- [26] Pintelon, L., Pinjala, S. K. & Vereecke, A. (2006). Evaluating the effectiveness of maintenance strategies. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 12 No. 1, pp. 7-20. <https://doi.org/10.1108/13552510610654501>
- [27] BS EN 15341 (2019). “Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators”, British Standards Institution's.
- [28] AFNOR FDX 60-000 (2016). “Maintenance Industrielle - Fonction Maintenance”, Association Française de Normalisation.
- [29] Nakajima, Seiichi. (1988). *Introduction to TPM*. Cambridge, Mass.: Productivity Press.
- [30] Ahuja, I. P. S. & Khamba, J. S. (2008). “Total productive maintenance: Literature review and directions”. *International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol.25 No. 7, pp. 709-756. <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>
- [31] SAE JA1011 (2009). “Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes”, SAE International.
- [32] Moubray, J. (1997). “Reliability-centered Maintenance”. 2ª Edição, Butterworth-Heinemann. 448p.
- [33] Levitt, J. (2008). “Lean maintenance”. 1ª Edição, New York, Industrial Press Inc. 240p.
- [34] Farinha, J.M.T., Raposo, H.D.N. and Galar, D. (2020). Life Cycle Cost versus Life Cycle Investment – A new approach. *WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS and CONTROL*,

Vol. 15, pp. 743-753. DOI: 10.37394/23203.2020.15.75.
<https://wseas.com/journals/sac/2020/b505103-966.pdf>

[35] de Almeida Pais, J.E., Raposo, H.D.N., Farinha J.M.T., Cardoso, A.J.M., and Marques, P.A. (2021). Optimizing the Life Cycle of Physical Assets through an Integrated Life Cycle Assessment Method. *Energies* 2021, 14, 6128. <https://doi.org/10.3390/en14196128>

[36] Raposo H, Farinha JT, Ferreira LA, Galar D (2017). An integrated econometric model for bus replacement and spare reserve based on a condition predictive maintenance model. *Maintenance and Reliability. Eksploatacja i Niezawodnosc - Maintenance and Reliability* 2017; 19 (3), pp. 358-368. 3): <http://dx.doi.org/10.17531/ein.2017.3.6>.

[37] ISO 19011 (2018). Guidelines for auditing management systems. ISO 19011:2018. International Organization for Standardization.

[38] Almeida, R.G. (2014). Uma história dos modelos de ciclos econômicos e sua relação com a história da econometria, 1875-1936. *Revista debate Econômico*, v.2, n.1, p. 5-30.

[39] Heiji, C. et al. (2004) *Econometric methods with application in Business and Economics*. Clarendon: Oxford University Press, 2004.

[40] Hoover, K. (2006). "The Methodology of Econometrics." In: T.C. Mills and K. Patterson (eds.) *Palgrave Handbooks of Econometrics*, vol 1, *Econometric Theory*, MacMillan, 2006.

[41] ISO Survey data (2020). International Organization for Standardization. Disponível em: <https://www.iso.org/the-iso-survey.html>. Acesso em: 24 de setembro de 2021.

[42] ISO Survey data (2021). International Organization for Standardization. Disponível em: <https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1>. Acesso em: 12 de dezembro de 2022.

A. ANEXOS

A.1 Questionário desenvolvido sobre o processo da implementação da certificação ISO 55001.

Evaluation on the implementation of certification by ISO 55001.

First of all, I want to thank you for agreeing to take part in this questionnaire.

My name is Ricardo Consiglierio. I am a Master's student at the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC), Portugal.

I am conducting this ISO 55001 evaluation questionnaire as part of my research for my Master's dissertation in Engineering and Industrial Management, with the following theme: From maintenance management to physical asset management – An integrated approach.

This questionnaire aims to collect good and practical information to better understand the process of ISO 55001 Asset Management Standard Certification and its impact in the organization, not aiming in the technical knowledges of the Standard, but mainly in perceptions of the people who are/were involved in the process.

It is important to point that it is an anonymous questionnaire containing only a few questions to understand the answer's profile, and the results obtained will be used only for academic purposes.

There are no right or wrong answers; so, feel free to answer all questions spontaneously and sincerely.

The questionnaire takes approximately 5 to 10 minutes to complete.

If you have any questions about the questionnaire, please contact me at: ricardow.nogueira@gmail.com

Thank you so much for your cooperation!

Ricardo Williams N. Consiglierio

Information about the person/company that is responding.

1. Company?

2. Field of activity of the company?

3. Country

4. How long have you been working for this company?

5. What position do you hold in the company?

6. How many employees does the company have?

Mark only one oval.

1-50

51-100

101-250

251-500

+501

7. How many employees do you have in your department?

Mark only one oval.

1-10

11-20

21-40

+41

Initial information about physical asset management and maintenance management.

8. Do you think that there is a difference between Physical Asset Management and Maintenance Management?

Mark only one oval.

- Yes *Skip to question 9*
- No *Skip to question 11*
- I don't know how to inform *Skip to question 11*

Initial information about physical asset management and maintenance management.

9. In your opinion, what is/are the difference(s) between physical asset management and maintenance management?

10. Do you think that in the future physical asset management and maintenance management will be treated only as one area?

Mark only one oval.

- Yes
- No

Initial information about the ISO 55001 implementation.

The ISO 55001 certification is the last step of the whole implementation process, and that's why in some questions we will manage as implementation process and others as certification.

11. Has the company a asset management department?

Mark only one oval.

- Yes *Skip to question 12*
- No *Skip to question 13*
- I don't know how to inform *Skip to question 13*

Initial information about the ISO 55001 implementation.

12. Approximately, how long the department exists in the company?

Initial information about the ISO 55001 implementation.

13. Who proposed to implement ISO 55001 certification?

Mark only one oval.

- External consulting *Skip to question 15*
- A manager *Skip to question 14*
- A director *Skip to question 15*
- Another stakeholder *Skip to question 14*
- I don't know how to inform *Skip to question 15*

Initial information about the ISO 55001 implementation.

14. What's the manager/stakeholder department?

Initial information about the ISO 55001 implementation.

15. What was/were the reason(s) that led the company to look for the ISO 55001 certification?

16. Was there an initial resistance to its implementation?

Mark only one oval.

- Yes *Skip to question 17*
- No *Skip to question 18*
- I don't Know how to inform *Skip to question 18*

Initial information about the ISO 55001 implementation.

17. What was/were the resistances and from which departments?

Initial information about the ISO 55001 implementation.

18. Was the idea supported by the companies leadership?

Mark only one oval.

- Yes *Skip to question 20*
- No *Skip to question 19*

Initial information about the ISO 55001 implementation.

19. How did you change that?

Initial information about the ISO 55001 implementation.

20. After the decision to kick off the whole implementation process, which department(s) was/were chosen?

Mark only one oval.

- A specific department *Skip to question 21*
- All departments *Skip to question 22*

Initial information about the ISO 55001 implementation.

21. Which departments were chosen?

Initial information about the ISO 55001 implementation.

22. Was there an initially agreed term/time goal to conclude the whole process of ISO 55001 certification?

Mark only one oval.

- Yes *Skip to question 23*
- No *Skip to question 25*

Initial information about the ISO 55001 implementation.

23. How long was the agreed term/time goal? (months)

24. Do you think that there was enough time for the implementation process, so that the certification process could run efficiently?

Mark only one oval.

- Yes
- No, it was too short
- No, it was too long

Start of the implementation process

25. Were there initial meetings to explain what the standard is about?

Mark only one oval.

- Yes *Skip to question 26*
- No *Skip to question 28*

Start of the implementation process

26. How many meetings, approximately?

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5+

27. Were the meetings productive?

Mark only one oval.

Yes

No

Start of the implementation process

28. Were there initial meetings to explain how the implementation/certification process would be carried out?

Mark only one oval.

Yes *Skip to question 29*

No *Skip to question 31*

Start of the implementation process

29. How many meetings, approximately?

Mark only one oval.

1

2

3

4

5+

30. Were the meetings productive?

Mark only one oval.

Yes

No

Start of the implementation process

31. Was there communication within the departments involved, to understand the existing procedures and how the implementation process would be performed in the department?

Mark only one oval.

- Yes, they communicate, listen to us, and explain the process
- Yes, but there was only the communication, we were not listened
- No

32. Were there already very similar procedures to those that would be implemented?

Mark only one oval.

- Yes *Skip to question 33*
- No *Skip to question 35*
- I don't know how to inform *Skip to question 35*

Start of the implementation process

33. Despite been very similar, the procedures were changed or they decided to keep it the same because it would not affect the whole process?

Mark only one oval.

- Changed the procedure *Skip to question 34*
- Not changed the procedure *Skip to question 35*

Start of the implementation process

34. What is your perception about the change?

Mark only one oval.

- It made sense to change; it helped us to unify all procedures
- It made sense but there was no need to change
- It made no sense to change, we were initially confused or it impacted in others procedures

Maintenance area

35. Are you aware of the structure and operation of the maintenance department?

Mark only one oval.

- Yes *Skip to question 36*
- No *Skip to question 47*

Maintenance area

36. How the company does the maintenance of the physical assets?

Mark only one oval.

- We have a maintenance plan, and we follow it *Skip to question 37*
- We act only when there are faults *Skip to question 37*
- I don't know how to inform *Skip to question 38*

Maintenance area

37. Do you know more about the maintenance plan and the strategies that the company decided to adopt? If so, please tell us a little bit more.

Maintenance area

38. The maintenance department was part of the whole process, participating the meetings?

Mark only one oval.

- Yes
 No
 I don't know how to inform

39. Were there meetings only with the maintenance department, so the implementation team could understand how the department works and to explain how the implementation process would be made?

Mark only one oval.

- Yes
 No
 I don't know how to inform

40. Has the maintenance team provided the needed support/information for the implementation of ISO 55001?

Mark only one oval.

- Yes
 No

41. Have there been any changes in processes after the certification?

Mark only one oval.

- Yes
- No
- I don't know how to inform

42. Was there any restriction on the implementation process of ISO 55001 into the maintenance department?

Mark only one oval.

- Yes
- No
- I don't know how to inform

43. During the implementation, have you noticed any improvement?

Mark only one oval.

- Yes *Skip to question 44*
- No *Skip to question 45*

Maintenance area

44. If you feel comfortable, tell me something you've noticed.

Maintenance area

45. Is there a concern about the life cycle of the Physical Assets or the main objective is to keep Physical Assets at their best condition?

Mark only one oval.

- Our objective is to maintain at their best condition
- Now we care about the life cycle maintaining in their best conditions
- We just keep the equipment's running

46. Would you change anything on the process?

Mark only one oval.

- Yes
- No

Post certification

47. Is there currently a specific asset management department?

Mark only one oval.

- Yes, there is a specific area within the company
- The asset management staff are within/allocated in other departments.
- We have an outsource company that is responsible for asset management.
- I don't know how to inform

48. After certification, was the position of asset manager created?

Mark only one oval.

- Yes, this position was created and now we have an asset manager
Skip to question 49
- It was created but, the asset manager has other role and responsibilities
Skip to question 50
- We don't have an asset manager *Skip to question 50*
- I don't know how to inform *Skip to question 50*

Post certification

49. Was the position filled by a person in the company or by external hire?

Mark only one oval.

Inside person

External hire

Post certification

50. Have there been any changes or additions of KPIs in the company?

Mark only one oval.

Yes *Skip to question 51*

No *Skip to question 52*

I don't know how to inform *Skip to question 52*

Post certification

51. Which KPI's have been added/removed and which KPIs do you currently use?

Post certification

52. Have there been many changes in the organization to fit the ISO 55001 standard?

Mark only one oval.

- No, the company already had several procedures that facilitated its adequacy
- Yes, there's been a lot of change

53. After certification, were you able to observe the improvement in processes or procedures?

Mark only one oval.

- Yes *Skip to question 54*
- No *Skip to question 55*

Post certification

54. If you feel comfortable, tell me something you've noticed.

Post certification

55. Was there the implementation of a new technology /software?

Mark only one oval.

- Yes *Skip to question 56*
- No *Skip to question 57*

Post certification

56. Has there been adequate training and you now feel comfortable with this new technology/software?

Mark only one oval.

- Yes, we were trained
- Yes, we were trained, but not enough
- No, we were not adequately trained

Post certification

57. After certification were you able to observe if there is a technological/knowledge gap between the Physical Asset management, Physical Assets, and personal knowledge?

Mark only one oval.

- Yes, we have some gaps between these areas
- No, we don't have gaps

58. Is there constant monitoring to maintain the certification and benefits of implementing the standard?

Mark only one oval.

- Yes
- No

59. Since we are always looking for improvements, what do you believe that can be improved throughout the process, from the initial decision to the post-certification operation?

60. Do you think that there was enough time to for the whole certification process?

Mark only one oval.

- Yes *Skip to question 62*
- No, it was too short *Skip to question 61*
- No, it was too long *Skip to question 61*

Post certification

61. What would be a good period to complete all the implementation process?

Post certification

62. Is the company currently using tools for continuous improvement process?

Mark only one oval.

- Yes *Skip to question 63*
- No *Skip to question 64*

Post certification

63. Which ones are your department using?

End of questionnaire

64. Thank you for being part in this questionnaire, if there is anything else you want to say about the whole process of ISO 55001 certification in which you participate feel free to write a little bit more, the constant development has always to listen the ones who participate in the processes.

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms