Instituto Superior
de Engenharia
Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E BIOLÓGICA

A Transformação Digital na Gestão de Activos

Trabalho de Projeto para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão de Ativos Físicos

Autor

Samuel Tomás Messias

Orientador

Professor Doutor Hugo David Nogueira Raposo

Co-Orientador

Professor Doutor Daniel Augusto Estácio Marques Mendes Gaspar

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, outubro 2024

RESUMO

O trabalho realizado, teve como objetivo, perceber como as novas tecnologias estão integradas nas empresas nacionais na gestão de ativos. Para este efeito, foi realizada em primeiro lugar uma análise bibliométrica, com o intuito de perceber, qual o número de publicações e o que tem sido estudado nas duas áreas. De seguida, foi realizado um pequeno questionário, devidamente validado por peritos das áreas da "Gestão de Ativos" e da "Transformação Digital", através Método Delphi modificado e simplificado, sendo, este questionário, posteriormente aplicado em diferentes empresas portuguesas. O questionário, é composto por variadas questões: as que são apenas sobre a gestão de ativos, as que relacionam a gestão de ativos com as novas tecnologias, as que avaliam qualitativamente qual a maturidade da gestão de ativos e da transformação digital, as que permitem entender que tipo de tecnologias são mais importantes para a gestão de ativos e por último as questões que vão ao encontro com o que será feito no futuro em relação a este tema.

Após a aplicação do questionário, foram obtidas 49 respostas, provenientes de diferentes empresas, sendo os setores da indústria Automóvel e da indústria transformadora os que obtiveram uma maior percentagem de respostas, possibilitando algumas comparações entre setores. Com a análise das respostas, percebe-se, que apesar de existirem já bastantes empresas que dizem ter um sistema de gestão de ativos implementado, ainda são muito poucas as empresas que são certificadas pela ISO 55001. No que respeita a utilização de tecnologias, já há uma elevada percentagem de empresas que utilizam softwares para gerir os ativos, sendo também as principais tecnologias emergentes bastante relevantes na gestão de ativos. A maturidade da transformação digital também se revelou superior à da gestão de ativos, no entanto surgem perspetivas positivas referentes à gestão de ativos nas empresas.

Este estudo demonstra que a gestão de ativos, mesmo sendo um tema recente, está a ser consolidada nas empresas com a crescente integração das novas tecnologias. Essas inovações melhoram a eficiência e o controlo dos ativos, resultando em melhores decisões e maior rentabilidade. Espera-se um crescimento contínuo na área, impulsionado pela inovação.

Palavras-Chave: Gestão de Ativos; Transformação Digital; Método Delphi; Maturidade; ISO 550xx.

ABSTRACT

The work's objective was to understand how new technologies are integrated into national companies in asset management. To this end, a bibliometric analysis was first carried out to understand the number of publications and what has been studied in both areas. Next, a short questionnaire was carried out, duly validated by experts in the areas of "Asset Management" and "Digital Transformation", using a modified and simplified Delphi Method, and this questionnaire was subsequently applied to different Portuguese companies. The questionnaire consists of various questions: those that are only about asset management, those that relate asset management to new technologies, those that qualitatively assess the maturity of asset management and digital transformation, those that allow understand what type of technologies are most important for asset management and finally the questions that relate to what will be done in the future about this topic.

After applying the questionnaire, 49 responses were obtained, from different companies, with the Automotive industry and manufacturing sectors being the ones that obtained the highest percentage of responses, enabling some comparisons between sectors. By analyzing the responses, it is clear that although many companies already claim to have an asset management system implemented, very few companies are certified by ISO 55001. About the use of technologies, there is already There is a high percentage of companies that use software to manage assets, and the main emerging technologies are also very relevant in asset management. The maturity of digital transformation also proved to be superior to that of asset management, however, positive perspectives regarding asset management in companies are emerging.

This study demonstrates that asset management, even though it is a recent topic, is being consolidated in companies with the increasing integration of new technologies. These innovations improve efficiency and asset control, resulting in better decisions and greater profitability. Continued growth in the area is expected, driven by innovation.

Keywords: Asset Management; Digital Transformation; Delphi method; Maturity; ISO 550xx.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, queria agradecer à minha família. Aos meus pais, por toda a paciência, compreensão e o apoio que me foi dado e por me proporcionarem esta experiência, à minha irmã por toda a energia e bons momentos e aos meus avós pelo apoio e motivação. Sem vocês não seria possível!

Ao Professor Doutor Daniel Gaspar e ao Professor Doutor Hugo Raposo que aceitaram orientar-me e estiveram sempre disponíveis para me ajudar. Obrigado pelas orientações valiosas e pela confiança depositada no meu trabalho, por toda a ajuda e pelo tempo disponibilizado.

Aos meus amigos mais próximos, que me acompanham desde o Ensino Básico e que torceram pelo meu sucesso. Obrigado por todo o apoio e pela vossa amizade.

Deixo um agradecimento também ao Professor André Guimarães, por estar sempre disponível para me ajudar e por me dar dicas preciosas para a redação da minha tese.

A todas as pessoas que, de alguma forma, estiveram ao meu lado e me apoiaram ao longo deste percurso. Obrigado, esta conquista, também é vossa.

ÍNDICE

Resumo i
Abstract ii
Agradecimentos iii
Índice iv
Índice de figuras viii
Índice de Gráficos ix
Índice de Tabelas xii
Acrónimos e Simbologia 1
1 Introdução 3
1.1 Enquadramento ao Tema 3
1.2 Objetivos 4
1.3 Metodologia 5
1.4 Estrutura da Tese 6
2 Estado da Arte 7
2.1 Gestão de Ativos 7
2.1.1 Definição de Gestão de Ativos 7
2.1.2 Evolução da Gestão de Ativos 8
2.1.3 Objetivos da Gestão de Ativos 9
2.1.4 Sistema de Gestão de Ativos 10
2.1.5 Custo do Ciclo de Vida de um Ativo 11
2.2 Transformação Digital/Digitalização 14
2.2.1 Definição de Transformação Digital 14
2.2.2 Evolução de Transformação Digital 14
2.2.3 Objetivos da Transformação Digital 17
2.3 Gestão de Ativos e Transformação Digital 17
2.4 Modelos de Maturidade 19
2.4.1 Modelo de Maturidade da Gestão de Ativos 19
2.4.2 Modelos de Maturidades da Transformação Digital 21
2.5 Sistemas de TI aplicadas à GA 25
2.6 Pesquisa Cronológica da Literatura Científica 26
3 Análise Temática da Literatura - GA e TG 30

3.1 Metodologia e Estratégia de Investigação 30
3.2 Publicações por Ano a Nível Global 33
3.2.1 Publicações por Ano em Portugal 34
3.3 Distribuição das Publicações mais Citadas por Países 35
3.4 Publicações mais Relevantes dos Últimos Anos a Nível Global 36
3.4.1 Publicações e Autores mais Relevantes em Portugal 38
3.5 Análise de Cocitações por Autor 39
3.6 Análise de Coocorrências de Palavras-chave a Nível Global 40
3.6.1 Análise do Mapa de Nuvens de Palavras-chave 42
3.7 Análise de Coocorrências de Palavras-Chave em Portugal 44
3.8 Análise de Cocitações por Autor em Portugal 45
3.9 Conclusão da Análise Bibliometrica 46
4 Modificação do Método Delphi 48
4.1 Revisão da Literatura 48
4.1.1 Método Delphi 48
4.2 Metodologia 50
4.2.1 Recolha de Dados 50
4.2.2 Seleção dos Peritos 50
4.2.3 Aplicação do Método Delphi 50
4.3 Resultados e Discussões 52
4.3.1 Análises das Respostas pelos Peritos 52
4.3.2 Estatística de Teste 53
4.4 Discussão 54
4.5 Conclusão da Aplicação do Método Delphi 55
5 Aplicação do Questionários e Analise de Resultados 57
5.1 Introdução à Análise de Resultados 57
5.2 Análise dos Resultados do Questionário 58
5.3 Sistema de Gestão de Ativos (SGA) 58
5.3.1 SGA na Indústria do Ramo Automóvel 59
5.3.2 Sistema de Gestão de Ativos (SGA) na Indústria Transformadora 59
5.3.3 Sistema de Gestão de Ativos (SGA) nas Outras empresas 60
5.4 Níveis de Maturidade 61
5.4.1 Níveis de Maturidade na Gestão de Ativos 61

5.4.2 Níveis de Maturidade na Transformação Digital 62
5.4.3 Comparação de Níveis de Maturidade 63
5.5 Utilização da Tecnologia na Gestão de Ativos 64
5.5.1 Impacto dos Dados na Gestão dos Ativos 65
5.5.2 Comparação dos Dados na Gestão dos Ativos - Diferentes Setores 66
5.5.3 Comparação do Impacto dos Dados na Gestão dos Ativos 68
5.6 Sistema de Informação na Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos 70
5.6.1 Sistema de Informação na Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos? Comparação de Setores 71
5.7 Opinião sobre Aspetos Relevantes na Área Digital - GA 72
5.7.1 Uso de Softwares 73
5.7.2 Sensorização dos Equipamentos/Linhas de Produção/Fábricas 73
5.7.3 Digitalização dos Processos Administrativos/Workflow 74
5.7.4 Aplicações de Novas Tecnologias (Realidade Aumentada, Digital Twin...) 75
5.7.5 Uso de Ferramentas de IA 76
5.8 Comparação de Aspetos Relevantes na Área Digital – GA 77
5.9 Comparação das Opiniões na Área Digital em Relação à GA 78
5.9.1 Uso de Softwares na Área Digital 79
5.9.2 Sensorização em Ativos Fisicos 80
5.9.3 Digitalização dos Processos Administrativos/Workflow 81
5.9.4 Aplicações de Novas Tecnologias (RA, Digital Twin...) 82
5.9.5 Uso de Ferramentas de AI 83
5.10 Perspetiva Futura 83
5.11 Comparação das Perspetivas Futuras da Empresa (GA e TD) 85
5.11.1 Indústria Transformadora 87
5.11.2 Indústria Automóvel 87
5.11.3 Outras Empresas 88
6 Conclusões e Trabalhos Futuros 89
6.1 Conclusão 89
6.2 Trabalhos Futuros 94
7 Referências Bibliográficas 95
Anexo A - Questionário Final enviado aos profissionais 104

Anexo B - Artigo Apresentado no Congrega 2024 e Publicado na Revista de Ativos e Engenharia (RAE) 107

Anexo C – Artigo aceite para apresentação no Congresso Helix 2024 e para publicação na revista Springer Lecture Notes in Mechanical Engineering (LNME) 108

Anexo D – Artigo aceite para apresentação no Congresso Helix 2024 e para publicação na revista Springer Lecture Notes in Mechanical Engineering (LNME) 109

Anexo E – Artigo apresentado no Encontro Nacional de Engenharia e Gestão Industrial (ENEGI) 110

Índice de figuras

Figura 1 - Relação entre Ativos (ISO, 2016a) 11
Figura 2 - Custo do Ciclo de Vida (Crespo Marquez et al., 2009) 12
Figura 3 - Ciclo de Vida de Ativo, adaptado de Raposo et al., 2023. 13
Figura 4 - Revoluções Industriais (Jan et al., 2023) 15
Figura 5 - Indústria 4.0 (Jan et al., 2023) 16
Figura 6 - Escala de Maturidade do IAM Adaptado de Tancredo (2018) 20
Figura 7 - Níveis de Maturidade da Indústria 4.0 (IMPULS, 2015) 22
Figura 8 - Níveis de Maturidade da Capacidade de TD (Gökalp & Martinez, 2021) 24
Figura 9 - Fluxograma da Metodologia Utilizada para Pesquisa e Análise Bibliométrica 32
Figura 10 - Produção Científica por País (Bibliometrix R). 36
Figura 11 - Mapa de Palavras-chave (VOSviewer). 41
Figura 12 - Sobreposição da Rede de Co-ocorrências de Palavras-chave (VOSviewer). 41
Figura 13 - Mapa de Palavras-chave (Bibliometrix R). 43
Figura 14 - Mapa de Coocorrências de Palavras-chave de Estudos Portugueses, (VOSviewer). 45
Figura 15 - Mapa de Cocitações entre Autores em Estudos de Portugueses (VOSviewer). 46
Figura 16 - Método Delphi Clássico, Adaptado de Moreira (2010). 49

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - B-On - Dados sobre temas referentes à TD e à GA (Língua portuguesa) 27
Gráfico 2 -B-On - Dados sobre temas referentes à TD e à GA (Língua inglesa) ... 28
Gráfico 3 - ScienceDirect - Dados sobre temas referentes à Transformação Digital e à Gestão de Ativos (Língua inglesa) 28
Gráfico 4 - Dados B-On 29
Gráfico 5 - Dados Google Académico 29
Gráfico 6 - Produção Científica Anual Global (Bibliometrix R). 34
Gráfico 7 - Produção Científica Anual em Portugal (Bibliometrix R). 35
Gráfico 8 - Número de Citações por País (Bibliometrix R). 35
Gráfico 9 - Linha do Tempo da Produção Científica por Autor (Bibliometrix R). 38
Gráfico 10 - Publicações mais Citadas em Portugal (Bibliometrix R). 38
Gráfico 11 - Autores mais Relevantes em Portugal (Bibliometrix R). 39
Gráfico 12 - Sobreposição da Rede com Clusters de Co-citações por Autor (VOSviewer). 40
Gráfico 13 - Gráfico de Quadrantes (Bibliometrix R). 44
Gráfico 14 - Mapa Radar das Respostas dos Peritos. 53
Gráfico 15 - Certificação pela ISO 55001 58
Gráfico 16 - Sistema de Gestão de Ativos 58
Gráfico 17 - Certificação pela ISO 55001 na Indústria Automóvel 59
Gráfico 18 - Sistema de Gestão de Ativos na Indústria Automóvel 59
Gráfico 19 - Sistema de Gestão de Ativos na Indústria Transformadora 60
Gráfico 20 - Sistema de Gestão de Ativos na Indústria Transformadora 60
Gráfico 21 - Sistema de Gestão de Ativos em Outras Empresas 60
Gráfico 22 - Sistema de Gestão de Ativos em Outras Empresas 60
Gráfico 23 - Níveis de Maturidade na Gestão de Ativos 61
Gráfico 24 - Níveis de Maturidade na Transformação Digital 62
Gráfico 25 - Comparação de Níveis de Maturidade da Gestão de Ativos e da Transformação Digital 63
Gráfico 26 - Comparação de Níveis de Maturidade da Gestão de Ativos e da Transformação Digital 63
Gráfico 27 - Comparação de Níveis de Maturidade na Transformação Digital 63

Gráfico 28 - Comparação de Níveis de Maturidade na Gestão de Ativos 63
Gráfico 29 - Softwares de Gestão de Ativos 64
Gráfico 30 - Softwares de Gestão de Ativos na Indústria Transformadora 65
Gráfico 31 - Softwares de Gestão de Ativos na Indústria Automóvel 65
Gráfico 32 - Impacto dos Dados na Gestão dos Ativos 66
Gráfico 33 - Impacto dos Dados na Gestão dos Ativos na Indústria Transformadora 66
Gráfico 34 - Impacto dos Dados na Gestão dos Ativos na Indústria Automóvel 66
Gráfico 35 - Impacto dos Dados na Gestão dos Ativos nas Outras Empresas 67
Gráfico 36 - Impacto têm os Dados na Gestão de Ativos na Área dos Sistemas de Informação 68
Gráfico 37 -Impacto têm os Dados na Gestão de Ativos na Área de Gestão 68
Gráfico 38 - Impacto têm os Dados na Gestão de Ativos na Área de Produção e Operações 69
Gráfico 39 - Impacto têm os Dados na Gestão de Ativos - Área da Manutenção 69
Gráfico 40 - Sistema de Informação na Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos 70
Gráfico 42 - Sistema de Informação na Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos na Indústria Automóvel 71
Gráfico 41 - Sistema de Informação na Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos na Indústria Transformadora 71
Gráfico 43 - Sistema de Informação na Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos 71
Gráfico 44 Relevância do Uso de Softwares na Gestão de Ativos 73
Gráfico 45 -Relevância da Sensorização dos Equipamentos/Linhas de Produção/Fábricas 74
Gráfico 46 -Relevância da Digitalização dos Processos Administrativos/Workflow 75
Gráfico 47 – Relevância de Aplicações - Novas Tecnologias (Realidade Aumentada, Digital Twin...) 75
Gráfico 48 – Relevância do Uso de ferramentas de IA na Gestão de Ativos 76
Gráfico 49 - Comparação de Respostas à uma Pergunta 77
Gráfico 50 - Aspetos na Área Digital lhe Parecem Relevantes? 78
Gráfico 51 - Relevância do Uso de Softwares 79
Gráfico 52 - Relevância da Sensorização dos Equipamentos 80
Gráfico 53 - Relevância da Digitalização dos Processos Administrativos 81

Gráfico 54 - Relevância das Aplicações de Novas Tecnologias 82
Gráfico 55 - Relevância do Uso de Ferramentas AI 83
Gráfico 56 - Perspetiva Futura para a Transformação Digital 84
Gráfico 57 - Perspetiva Futura para a Gestão de Ativos 85
Gráfico 58 - Comparação de Perspetivas Futuras 86
Gráfico 59 - Comparação de Perspetivas Futuras na Indústria Transformadora 87
Gráfico 60 - Comparação de Perspetivas Futuras na Indústria Automóvel 87
Gráfico 61 - Comparação de Perspetivas Futuras nas Outras Empresas 88

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Procedimento de Análise Bibliométrica do Fluxograma PRISMA-ScR.33
Tabela 2 - Publicações mais Relevantes dos Últimos Anos a Nível Global. 37
Tabela 3 - Respostas dos Peritos. 52
Tabela 4 - Resultados do Teste a,b Kruskal-Wallis. 54
Tabela 5 - Funções dos Profissionais na Empresa 57
Tabela 6 - Caracterização do Sector das Empresas 58

ACRÓNIMOS E SIMBOLOGIA

AE – Arquitetura Empresarial

APMI - Associação Portuguesa de Manutenção Industrial

BSI - British Standards Institution

CAPEX - Capital Expenditure

CT204 – Comissão Técnica 204

CT94 - Comissão Técnica 94

DX – Transformação Digital

DX-CMM - Modelos de maturidade da capacidade da transformação digital

EN - Norma Europeia

GA - Gestão de Ativos

GAI - Gestão de Ativos de Informação

IA - Inteligência Artificial

IAM - Institute of Asset Management

IBM - International Business Machines

IDE - Integrated Development Environment

IoT - Internet of Things

IPQ - Instituto Português da Qualidade

ISO - International Organization for Standardization

ISO/TC 251 – International Organization for Standardization/ Technical Committee 251

KETs - Key Enabling Technologies

LCC - Life Cycle Cost

M2M - Comunicação Máquina a Máquina

ML - Machine Learning

NP - Norma Portuguesa

ONS - Organismo de Normalização Setorial

OPEX - Operational Expenditure

PAM - PAS 55 Assessment Methodology

PAS 55 - Publicly Available Spacification 55

PRISMA-ScR - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis for Scoping Review

SAM - Self-Assessment Methodology

TD – Transformação Digital

TI – Tecnologia de Informação

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação

VDMA - Associação de Fabricantes de Máquinas da Alemanha

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento ao Tema

A Gestão de Ativos é uma temática que está cada vez mais em ascensão, sendo considerados ativos: edifícios, máquinas, instalações fabris, veículos, softwares, entre outros. A Gestão de Ativos é uma abordagem estratégica que busca maximizar o valor e o desempenho dos ativos de uma organização ao longo de seu período de vida útil (Coelho, 2015). Todos estes têm um determinado valor quando são adquiridos, contudo, estes devem ser rentabilizados durante o seu ciclo de vida. Isso envolve a definição de políticas e processos para aquisição, manutenção, monitorização e substituição de ativos. A Gestão de Ativos tem como objetivo garantir que os ativos sejam utilizados da melhor forma possível, com o intuito de se obter o máximo benefício para a empresa.

Diversos aspetos da estratégia das organizações estão relacionados com a Gestão de Ativos. A implementação de sistemas de gestão de ativos com base na norma ISO 55001, e a possível decisão estratégica da posterior certificação desse tipo de sistema de gestão, traz um número significativo de vantagens às organizações (Figueiredo et al., 2023).

A abordagem da Gestão de Ativos é especialmente adequada para identificar e maximizar os benefícios que podem ser extraídos de ambientes em que predomina a digitalização de dados, informação e processos de gestão, assegurando que os custos do ciclo de vida e os riscos das transformações subjacentes às novas modalidades de trabalho são sustentáveis no tempo (Almeida, 2023). Adquirir uma melhor compreensão da importância relativa dos vários tópicos da disciplina de gestão de ativos pode ajudar a orientar os esforços da comunidade de gestão de ativos em diversas frentes: educação, pesquisa e prática industrial (Almeida et al., 2023).

A aplicação de novas tecnologias digitais, permite a implementação de novos processos ao longo de toda a cadeia de valor, passando pelo fabrico e venda de serviços. A digitalização representa uma abordagem holística que abrange todas as áreas e funções de uma empresa para explorar potenciais integrações digitais e analisar cada etapa da sua cadeia de valor (Branca et al., 2020).

No mundo em que vivemos, a tecnologia faz parte do quotidiano das pessoas, tanto no trabalho como em ambiente familiar e de lazer. Atualmente é impensável pensar em processos de gestão, sem a integração de tecnologias, como o caso da utilização de softwares. A Gestão de Ativos, apesar de ser um tema recente, não foge à regra, pois, apesar deste tema não estar enraizado na grande maioria das empresas portuguesas, as que fazem uma gestão de ativos utilizam o maximo de tecnologia que conseguem para efetuar esta gestão. Muitas das grandes empresas, a nível mundial, que fabricam softwares de gestão, já têm ou estão a trabalhar em novas

vertentes para as suas aplicações serem capazes de exercer uma eficaz gestão de ativos.

1.2 Objetivos

O trabalho teve como objetivo, avaliar, a utilização e o nível de Digitalização na Gestão dos Ativos das Organizações industriais. Para esse efeito, será efetuado um estudo, a partir de um questionário que será aplicado a diversas empresas, com o intuito de percecionar se as empresas fazem gestão de ativos, e se fazem, qual o nível de digitalização dessa gestão.

Utilizando modelos de avaliação da maturidade nas empresas, no que diz respeito à Transformação Digital e à Gestão de Ativos, foram selecionados e adaptados dois modelos de Maturidade e integrados no questionário para análise e perceção do estado de maturidade da Transformação Digital da Gestão de Ativos nas empresas portuguesas de forma qualitativa.

Foram também elaboradas as seguintes perguntas de investigação, com o intuito de serem respondidas com a análise dos resultados obtidos do questionário realizado sobre a Transformação Digital na Gestão de Ativos.

1. De que forma a tecnologia está interligada com a gestão de ativos no meio empresarial português?
2. Quais os tipos de empresas em estudo que já estão certificadas pela ISO 55001 em Portugal?
3. Quais as percentagens de empresas em estudo que já estão certificadas pela ISO 55001 em Portugal?
4. As empresas em Portugal dão importância à gestão de ativos?
5. As empresas em Portugal têm um sistema de gestão de ativos?
6. Qual a maturidade da gestão de ativos nas empresas portuguesas?
7. Qual a perspetiva futura da empresa na transformação digital?
8. De que forma a tecnologia pode influenciar a gestão de ativos no futuro?
9. Qual a visão dos gestores, chefias, entre outros cargos superiores, em relação ao futuro da gestão de ativos das empresas em Portugal?
10. Qual a importância da tecnologia na gestão do ciclo de vida dos ativos empresariais?
11. Descobrir que tópicos da utilização da tecnologia na gestão de ativos, nas empresas portuguesas, têm maior relevância.
12. Relacionar os modelos de Maturidade com o impacto dos dados na gestão de ativos.

13. As empresas que utilizam softwares têm níveis de maturidade mais elevados?
14. As empresas que têm um sistema de informação na gestão do ciclo de vida dos ativos têm níveis de maturidade mais elevados?
15. As empresas que têm um sistema de informação na gestão do ciclo de vida dos ativos consideram mais importante o uso da tecnologia?

Para além do objetivo principal, o estudo ainda teve os seguintes objetivos específicos:

- Estudo e pesquisa da Gestão de ativos e da digitalização nas empresas com um Sistema de Gestão de Ativos (SGA) implementado segundo norma NP EN ISO 55001;
- Estudo e análise dos modelos de maturidade da Gestão de Ativos;
- Elaboração do questionário (A Transformação Digital na Gestão de Ativos) utilizando o método Delphi;
- Elaboração final do questionário, após comentários e avaliação dos peritos;
- Aplicação do questionário nas empresas selecionadas para o estudo;
- Análise dos resultados do questionário;
- Conclusões e trabalhos futuros.

1.3 Metodologia

O estudo teve como metodologia principal a metodologia de investigação por inquérito através de questionários, para avaliar determinadas características da grande indústria portuguesa.

A metodologia de investigação por inquérito, é normalmente utilizada para recolher dados sobre opiniões de um grupo específico. Consiste na elaboração de um conjunto de perguntas, distribuídas de forma estruturada, para ser posteriormente aplicado a um público-alvo previamente definido. Esta técnica permite a recolha de informações de forma eficiente e em larga escala, sendo utilizada, em análises quantitativas e qualitativas. Contudo, a qualidade dos dados depende da formulação correta e apelativa das perguntas seguida de uma análise criteriosa dos resultados obtidos.

Foi utilizada para validação do questionário, uma adaptação do método Delphi, com o intuito de tornar mais rápida e ao mesmo tempo, manter a eficácia do método. Este deu origem ao questionário final, em Anexo A, no qual foram adaptadas as duas escalas de maturidade nele presentes, sendo a escala de maturidade da Gestão de

Ativos, adaptada do modelo do IAM por Tancredo (2018) e a escala de maturidade da transformação digital, adaptada dos modelos IMPULS-VDMA e DX-CMM.

Foi, também, utilizada, uma metodologia para análise bibliométrica com as etapas adaptadas da metodologia de Zupic e Cater (2015), que podem ser resumidas da seguinte forma: (1) formulação dos objetivos do estudo, seleção da base de dados adequada e aplicação de filtros para definição da amostra; (2) recolha e tratamento de dados bibliométricos, incluindo a aplicação de filtros previamente definidos; (3) análise dos dados utilizando software especializado de análise bibliométrica; (4) interpretação e descrição dos resultados. Esta metodologia está explicada com mais pormenor no capítulo 3.

1.4 Estrutura da Tese

O documento de Projeto de Tese começa com o estado da arte e de conceitos, tais como, Gestão de Ativos, Transformação Digital, Gestão de Ativos e Transformação Digital, Modelos de Maturidade, Sistemas de tecnologias de informação aplicadas à Gestão de Ativos e termina com uma Pesquisa cronológica da literatura científica.

O terceiro capítulo, é dedicado ao tema "Gestão de Ativos e a Transformação Digital das Empresas em Portugal: Uma Análise Temática da Literatura" onde é realizada uma análise Bibliometria aos temas da Gestão de Ativos e da Transformação Digital.

No quarto capítulo está presente o tema "Modificação do Método Delphi sobre a Transformação Digital (TD) na Gestão de Ativos (GA)", onde foi feita uma modificação do método Delphi para ser aplicada ao questionário que foi posteriormente realizado e aplicado a profissionais de várias Empresas portuguesas, sendo alvo de análise no capítulo 5, onde serão apresentados e analisados os dados obtidos.

Por último, são referidas as conclusões provenientes dos resultados do estudo, juntamente com as propostas de estudos futuros.

2 ESTADO DA ARTE

A Gestão de Ativos (GA) e a Transformação Digital (TD), são temas que se encontram em constante crescimento em Portugal, tanto a nível industrial como no setor dos serviços, ambos desempenham papeis de grande relevância estratégica. Considera-se Gestão de Ativos, todo o processo de gestão e otimização de determinado portefólio de ativos, tendo como objetivo principal, otimizar o valor e o desempenho de cada ativo, diminuindo custos associados e maximizando a sua utilização.

Já no caso da digitalização, esta refere-se ao uso de tecnologias para melhoria da eficiência e da produtividade nas operações industriais. A Transformação Digital é designada pelo processo no qual as empresas adotam novas tecnologias para melhorarem a todos os níveis, como operações, serviços e processos, de modo a adaptarem-se e a manterem a competitividade.

2.1 Gestão de Ativos

2.1.1 Definição de Gestão de Ativos

A Gestão de Ativos consiste num processo de gestão de recursos: - financeiros, físicos e intangíveis de uma empresa. Ou seja, pode-se afirmar, que este conceito, resultou, da necessidade de otimizar custos, riscos e desempenho ao longo do ciclo de vida (Sobral & Tancredo, 2023).

A norma ISO 55000 (2014) define um ativo como: "Um item, coisa ou entidade que tem valor potencial ou real para uma organização", sendo Gestão de Ativos definida como "atividade coordenada de uma organização para realizar o valor dos ativos". Esta norma define Ativos Físicos como: "itens, como instalações, máquinas, edifícios, estradas, veículos, caminhos de ferro, aviões, oleodutos, cabos, equipamentos de comunicação e outras infraestruturas" (ISO, 2014a).

Podem ser considerados ativos, como mencionado anteriormente: instalações fabris, veículos, edifícios, máquinas, softwares, infraestruturas, tecnologias da informação, conhecimento, investimentos, contratos, E-books, entre outros. Podendo ser estes agrupados em diferentes grupos como menciona Pereira et al. (2023):

- Ativos Físicos – Estes existem para acrescentar valor à organização e aos seus acionistas, podem ser considerados como ativos físicos: máquinas, instalações, estradas, veículos, edifícios, entre outros;
- Ativos Humanos – São os seres humanos, dotados de características únicas e conhecimentos, capazes de desempenhar uma infinidade de tarefas;

- Ativos Financeiros – São os investimentos e recursos financeiros necessários para adquirir, por exemplo, outros tipos de ativos e desempenhar determinadas tarefas;
- Ativos de Informação – Considera-se a qualidade e quantidade de informação para gestão de ativos. São recursos valiosos relacionados com informação e os dados dentro de uma organização. Estes podem incluir qualquer forma de informação ou dados digitais que sejam essenciais para as operações e estratégias da empresa;
- Ativos Intangíveis – Todos aqueles ativos que não são tangíveis, ou seja, não possuem forma ou substância física, como softwares e, licenças, franquias, direitos de autor, capital intelectual, entre outros.

De uma forma simplificada, a gestão de ativos procura atuar nos ativos, de forma a maximizar o seu valor (IAM, 2015).

2.1.2 Evolução da Gestão de Ativos

No meio empresarial, há muito que se faz Gestão de Ativos, mesmo antes de existir este conceito e normas que lhe fizesse referência. Segundo Tancredo (2018), foi por volta dos anos 80, que no setor petrolífero e de gás do Reino Unido, percebeu-se a existência da necessidade de adotar uma Gestão de Ativos físicos com o objetivo de conseguir gerir os riscos e, da mesma forma alcançar a eficiência financeira. Isto aconteceu, após o acidente na plataforma de petróleo "Piper Alpha", no Mar do Norte, em 1988 que devido a problemas de manutenção numa bomba e numa válvula de segurança, resultou na morte de 167 trabalhadores (Jones et al., 2014). Tancredo (2018), também menciona, que este acontecimento originou uma queda dos preços do petróleo, proporcionado, a necessidade da indústria deste ramo, adotar uma abordagem de Gestão de Ativos mais holística baseada no ciclo de vida, resultando em melhorias significativas na eficiência, segurança e produtividade.

Assim sendo, por volta de 1990, percebeu-se, que todos os ativos funcionam por períodos finitos de tempo e, necessitando estes, de ser mantidos, reparados, atualizados, renovados e substituídos, durante o seu tempo de serviço (Tancredo, 2018).

No ano de 2004, com o desenvolvimento desta temática da Gestão de Ativos, foi publicada a PAS 55 (Publicly Available Specification 55) pelo o BSI (British Standard Institute), sendo esta, uma especificação onde são apresentadas definições e terminologias, como também, todos os requisitos necessários e que ajudam as organizações a implementar o sistema de Gestão de Ativos (Tancredo, 2018). Em 2008, mais de 50 organizações, tanto públicas como privadas, de 10 países e 15 setores diferentes, colaboraram para desenvolver a especificação, integrando também as opiniões dos utilizadores. (PAS 55, 2008).

- PAS 55-1: "Especificação para a gestão otimizada de Ativos Físicos";
- PAS 55-2: "Diretrizes para a Aplicação da PAS 55-1".

Após o lançamento do PAS 55, em 2014, o IAM (Institute of Asset Management) juntamente com o BSI, publicou umas Normas Internacionais, através da Organização Internacional de Normalização (ISO), as três normas internacionais ISO 500xx (ISO 55000, 55001 e 55002), que atualmente, são de grande importância, porque representam a existência de um consenso global sobre a Gestão de Ativos e o que esta pode significar para acrescentar valor por todas as organizações. A família de normas ISO 500xx, já é adotada em várias organizações dispersas por todo o mundo, em particular, organizações com grandes ativos e com elevado valor, como entidades do setor público de transporte e saneamento de águas residuais, sendo a Scottish Water, serviços de água e saneamento de águas residuais da Escócia a primeira industria a ser certificada pela Norma ISO 55001 (Coelho, 2015; PAS 55, 2008; Tancredo, 2018).

Em Portugal, o interesse pelas atividades de normalização na área da Gestão de Ativos é bastante elevado, sendo Portugal, o país que apresenta o maior número de visitas à homepage do site oficial da ISO/TC 251 Asset Management. Na criação da CT204 Gestão de Ativos, formada em 2017, esteve um grupo de trabalho da CT94 Manutenção para acompanhar os trabalhos internacionais do ISO/TC 251 e contribuir de certo modo, para o desenvolvimento das primeiras normas ISO 550xx sobre Gestão de Ativos publicadas em 2014 (Almeida et al., 2021).

Almeida et al. (2021), menciona que, em Portugal, o acompanhamento dos trabalhos internacionais e o desenvolvimento, tradução e revisão das normas internacionais da família ISO 55000, como também, o de outras normas relacionadas, é planeado e organizado pela Comissão Técnica de normalização CT 204 Gestão de Ativos e do Organismo de Normalização Setorial ONS/APMI.

2.1.3 Objetivos da Gestão de Ativos

A Gestão de ativos tem como objetivo principal, otimizar o valor e o desempenho de determinado ativo, diminuindo custos associados e maximizando a sua utilização (Gaspar et al., 2022). Esta é considerada uma das áreas essenciais numa organização que possua um número de ativos significativo ou ativos de elevado valor. Dessa forma, se a gestão dos ativos for feita de forma eficaz, pode originar uma melhoria do desempenho operacional dos ativos, uma maior redução de custos e um aumento da sua eficiência (Cóppola, 2020).

Para Coelho (2015), a Gestão de Ativos tem como principal foco, a boa gestão de práticas e de aplicação técnico-financeira, de forma a permitir a decisão de quais os ativos necessários para atender aos objetivos propostos pela organização. Assim sendo, para implementar a Gestão de Ativos, é fundamental considerar o desempenho e os riscos associados à gestão dos ativos. Dessa forma, é necessário

garantir a sustentabilidade na Gestão de Ativos, pois este é um ponto essencial na gestão de qualquer processo ou organização.

2.1.4 Sistema de Gestão de Ativos

Um Sistema de Gestão de Ativos (SGA) é essencial para as indústrias e outras empresas que dependem dos seus ativos, para a prestação serviços ou para o fabrico de produtos. Nesses casos, o sucesso do negócio é suportado pelo jeito como os ativos são geridos (Coelho, 2015).

Citando a ISO (2016a), um SGA é um conjunto de elementos interrelacionados e interatuastes de uma organização, com a função de estabelecer as suas políticas e os seus objetivos de gestão de ativos bem como os processos necessários para atingir esses objetivos. Sendo assim, os elementos do SGA devem ser considerados como um conjunto de ferramentas, planos, políticas, processos de negócio e sistemas de informação, que se encontram integrados para assegurar que as atividades de gestão de ativos serão realizadas (ISO, 2016a).

Fornecer a melhor relação de custo-benefício na gestão de um ativo é complexo e envolve uma cuidadosa investigação das contrapartidas entre o desempenho, o custo e o risco em todas as fases do ciclo de vida do ativo, como benefícios de curto prazo versus benefícios de longo prazo, despesas versus níveis de desempenho, disponibilidade planeada versus disponibilidade não planeada, ou custos de capital versus despesas operacionais (D'Alesio, 2012; PAS 55, 2008).

A Norma EN ISO 55001 (2016) menciona que uma organização deve determinar os aspetos internos e externos que se consideram relevantes para a sua missão e que podem afetar a capacidade da organização para atingir os efeitos pretendidos com o seu sistema de gestão de ativos. A organização deve determinar quais as fronteiras e qual a aplicabilidade do sistema de gestão de ativos para estabelecer o seu objetivo. O objetivo deve estar alinhado com o plano estratégico de gestão de ativos e com a política de gestão de ativos (ISO, 2016b).

A EN ISO 55001(2016), refere que a organização deve implementar, manter e estabelecer uma melhoria contínua do SGA, incluindo todos os processos necessários de acordo com os requisitos da Norma (ISO, 2016b). A relação entre os temos chave da gestão de ativos está representado na Figura 1.

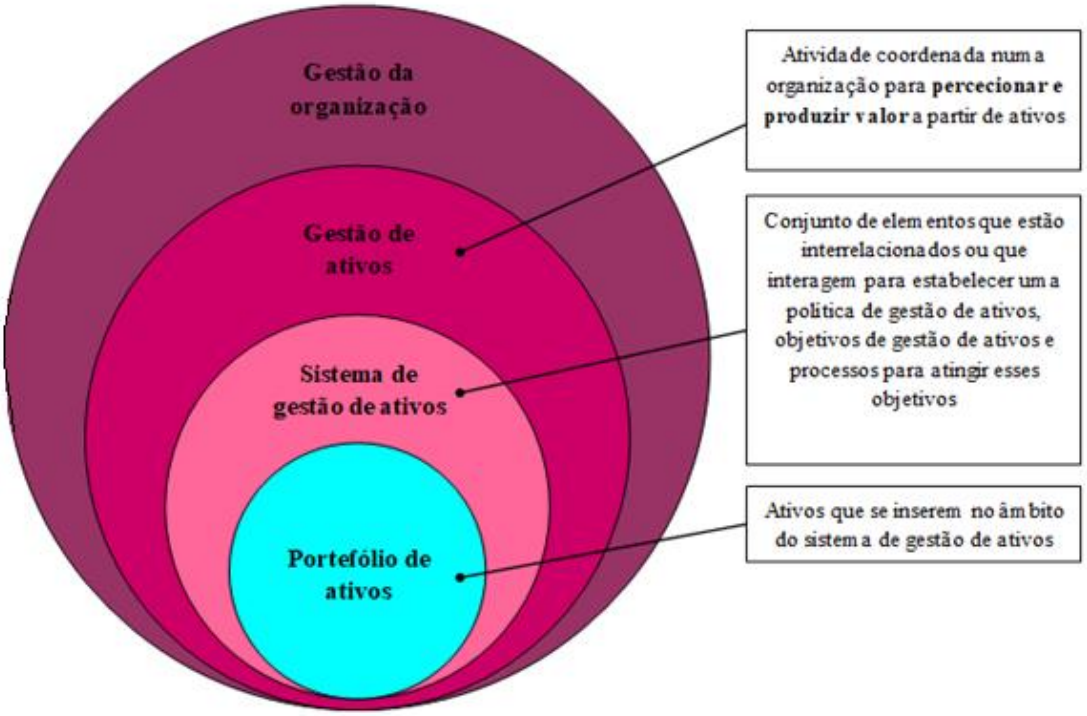


Figura 1 - Relação entre Ativos (ISO, 2016a)

2.1.5 Custo do Ciclo de Vida de um Ativo

O ciclo de vida de um ativo é um conceito importante para qualquer organização que possua ativos físicos, financeiros ou intangíveis. Este refere-se ao processo pelo qual um ativo passa, desde a sua aquisição até ao seu descarte ou eliminação. D'Alesio (2012), refere que, a vida útil de um ativo é determinada tanto pela correta utilização e manutenção como pelas suas características físicas que são fixadas na fase de projeto.

A gestão do ciclo de vida dos ativos pode auxiliar as organizações a aumentar o valor dos seus ativos, a diminuir os custos, melhorar a sua eficiência e garantir a conformidade normativa e regulamentar (Cardoso, 2017; Matos, 2016). Desta forma, é necessário que as empresas compreendam as diferentes fases do ciclo de vida dos ativos, sendo fundamental para que os ativos sejam aproveitados ao máximo, da melhor forma e como melhor rendimento possível (Cardoso, 2017).

O desafio de gestão eficaz de todo o ciclo de vida dos ativos, reside no facto dos custos serem isolados e abordados de forma fragmentada ao longo das várias fases (D'Alesio, 2012).

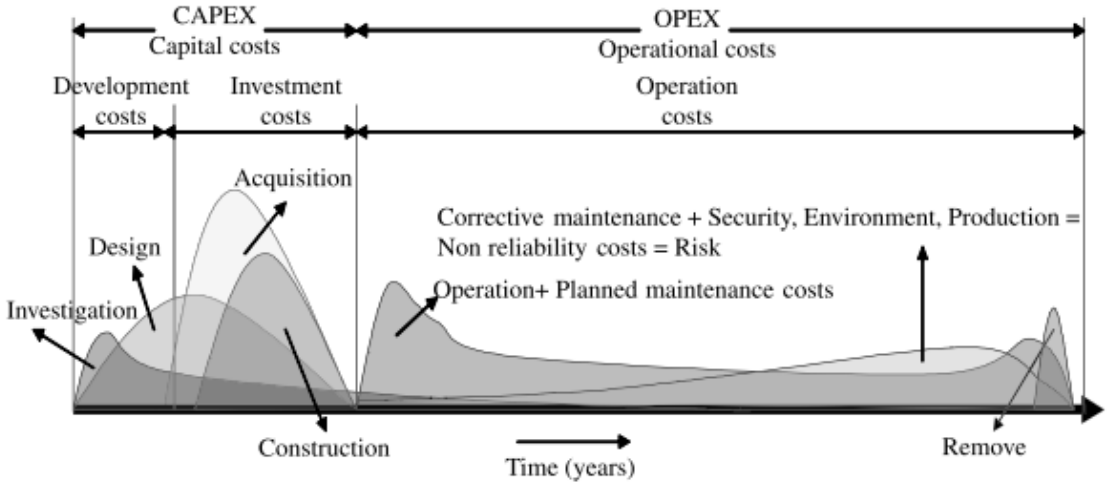


Figura 2 - Custo do Ciclo de Vida (Crespo Marquez et al., 2009)

Em geral, durante todo o ciclo de vida, os custos são recolhidos para desenvolver uma análise do Custo do Ciclo de Vida (LCC). Os custos investidos no início CAPEX (Capital Expenditure) têm impacto nos custos esperados, e depois observados, durante a utilização dos ativos OPEX (Operational Expenditure) como se observa na Figura 2 (Crespo Marquez et al., 2009; D'Alesio, 2012). Ferreira et al. (2014) define Custo do Ciclo de Vida (LCC) como o processo de análise económica, utilizado para avaliar o custo do ciclo de vida de aquisição, posse e alienação de um equipamento, sendo que este pode ser aplicado a todo o ciclo de vida de um equipamento.

Hastings (2021) divide o ciclo de vida de um ativo nos seguintes principais estágios:

- Identificação das oportunidades ou necessidades de negócios;
- Análise de pré-aquisição, seleção de opções físicas e financeiras;
- Aquisição, incluindo implementação em operações;
- Fornecimento de suporte logístico, como instalações de manutenção, consumíveis e peças sobressalentes;
- Operação e manutenção;
- Disposição final como eliminação ou desmantelamento do ativo.

Segundo Tancredo (2018), a fase do "OPEX", é a fase mais longa do ciclo de vida de um ativo. Durante esse período, o ativo, garante à organização a função para a qual foi projetado. Nessa fase, o ativo deve ser alvo de uma monitorização constante, manutenção, remodelação e atualização, para atender a qualquer alteração da condição ou requisito operacional do mesmo. Esta fase pode durar anos, décadas ou até mesmo séculos em alguns casos (Tancredo, 2018).

O conjunto de normas da família NP EN 55000 surge para responder à necessidade de gerir de forma eficaz o ciclo de vida dos ativos das organizações, assegurando o

nível de competitividade sem comprometer a excelência dos produtos/serviços oferecidos. A norma NP EN 55001 propõe uma metodologia para gerir os ativos em conformidade com os objetivos estratégicos da Organização, apoiando as decisões de aquisição, substituição e/ou alienação dos mesmos (Figura 3), em alinhamento com práticas que visam a sustentabilidade ambiental, social e económica dos equipamentos e da própria Organização (Pais et al., 2019).

Figura 3 - Ciclo de Vida de Ativo, adaptado de Raposo et al., 2023.

Nas unidades industriais existem diversos ativos, desde os menos importantes até aos mais críticos, sendo que estes últimos, como os equipamentos produtivos, devem assegurar uma disponibilidade e eficiência máximas. Para garantir que esses equipamentos alcancem o seu máximo desempenho, é essencial que sejam acompanhados e analisados de forma contínua ao longo do seu ciclo de vida.

Para Raposo et al. (2023), a análise do ciclo de vida dos ativos é uma ferramenta de grande importância para a gestão de ativos e de grande utilidade aos gestores, designadamente os responsáveis pelas instalações, sistemas e equipamentos industriais. Além disso, trata-se de uma questão essencial no atual clima macroeconómico, sendo a sua assertividade crucial para o sucesso de qualquer investimento empresarial. Raposo et al. (2023) realça a importância da análise de investimento para a tomada de decisões estratégicas em diversas empresas, interligadas com a análise do ciclo de vida do ativo, dentro de uma abordagem estruturante de certificação pela norma NP EN 55001.

2.2 Transformação Digital/Digitalização

2.2.1 Definição de Transformação Digital

A Transformação Digital é designada pelo processo no qual as empresas adotam novas tecnologias para melhorarem a todos os níveis, como operações, serviços e processos, de modo a adaptarem-se e a manterem a competitividade (Koumou & Isafiade, 2024). Sendo assim, é importante existir uma mudança que envolva a integração de novas tecnologias nas diversas áreas de uma empresa (Pylaeva et al., 2022).

Sendo abrangida por uma vasta gama de conceitos, a Digitalização destaca-se pela utilização da Inteligência artificial, pelo uso da Internet das Coisas (IoT), pela automatização de processos, pela utilização de realidade aumentada, entre outros. Originando assim a melhoria da eficiência a nível operacional, o amento da produtividade e maior assertividade da tomada de decisão, contribuindo, desta forma, para o crescimento da organização (Branca et al., 2020; Matyi et al., 2020).

A transformação digital é um dos aspetos chave da revolução industrial em curso. Algumas novas Tecnologias Facilitadoras Chave (KETs) são representadas por uma nova geração de sensores, Big Data, Machine Learning (ML), Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), Internet dos Serviços, Mecatrônica e Robótica Avançada, Computação em Nuvem, Cibersegurança, Manufatura Aditiva, Digital Twin (Gêmeo Digital) e Comunicação Máquina a Máquina (M2M) (Branca et al., 2020).

As tecnologias digitais podem ser aplicadas a uma nova instalação ou podem ser adaptadas a instalações existentes. Para alcançar a otimização da produção industrial, a aplicação dessas tecnologias visa o desenvolvimento de novas habilidades e novas competências, bem como novos modelos de negócios. Com isto, resultará na melhoria da eficiência industrial e da competitividade, devido a uma maior colaboração e interconexão, compartilhando recursos (Branca et al., 2020).

2.2.2 Evolução de Transformação Digital

Desde o início da revolução industrial, a busca de eficiência, produtividade e inovação, tem servido como impulso na implementação de tecnologias cada vez mais avançadas no meio industrial. A transformação digital tem tido um papel fundamental na digitalização e otimização de processos neste meio (Green, 2020; Anifa et al., 2022).

Em particular, a transformação digital e a Indústria 4.0 contribuíram para reduzir a necessidade de operações físicas, muitas vezes complicadas e repetitivas, e para aumentar a procura de mão de obra altamente qualificada. Além disso, ocorreram mudanças nos padrões de recrutamento, bem como na organização do trabalho (Branca et al., 2020).

A Indústria 4.0 diz respeito à interoperabilidade, à descentralização da informação, à recolha de dados em tempo real e ao aumento da flexibilidade, que representam aspetos principais da quarta revolução industrial. Este processo teve início com a primeira revolução industrial, caracterizada pela mecanização da produção realizada manualmente. Na segunda revolução industrial ocorreu a introdução da eletricidade em diversos processos, isso coincidiu com a invenção da área produtiva, o aprimoramento das tecnologias de transporte e a eletrificação dos processos industriais. A terceira revolução industrial foi caracterizada pela introdução da Tecnologia da Informação (TI) e da informática para automatizar processos, mas ainda envolveu aspetos humanos (Branca et al., 2020; Jan et al., 2023). A utilização de robôs nos processos anteriormente realizados por humanos e o desenvolvimento do trabalho baseado na otimização e na remoção de ineficiências de produção representam os principais aspetos (Branca et al., 2020). A atual revolução industrial, a quarta, baseia-se em novas tecnologias interligadas nas operações de processo, onde o desenvolvimento físico abrandou e o desenvolvimento digital ocupa a maior parte do seu lugar (Branca et al., 2020; Matyi et al., 2020).

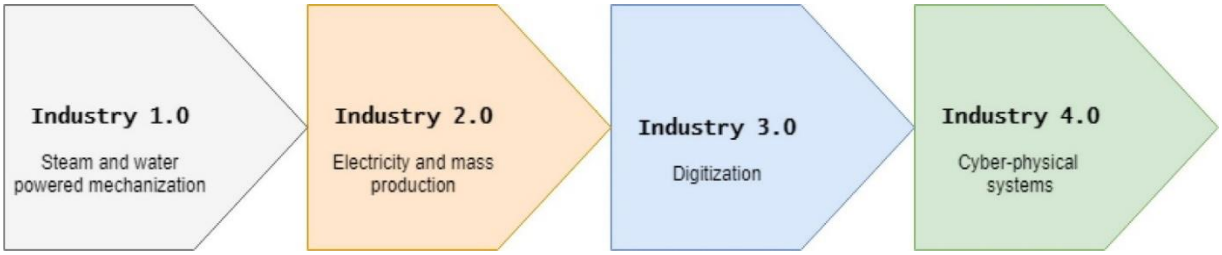


Figura 4 - Revoluções Industriais (Jan et al., 2023)

Com a industria 4.0, surgiram novas tecnologias e novos métodos, trazendo com eles a introdução de novos conceitos, sendo estes palavras-chave dos novos negócios: fábrica inteligente, Internet das Coisas (IoT), mobilidade, Big Data, realidade virtual, realidade aumentada, que levaram as empresas ao próximo nível em responsabilidades digitais do cliente, processos de negócios baseados em TI, produtos e serviços, conexão M2M, colaboração homem-máquina, Digital Twin, sistemas de IA, simulação de processos, entre outros representados na Figura 5 (Matyi et al., 2020; Okorie et al., 2023).

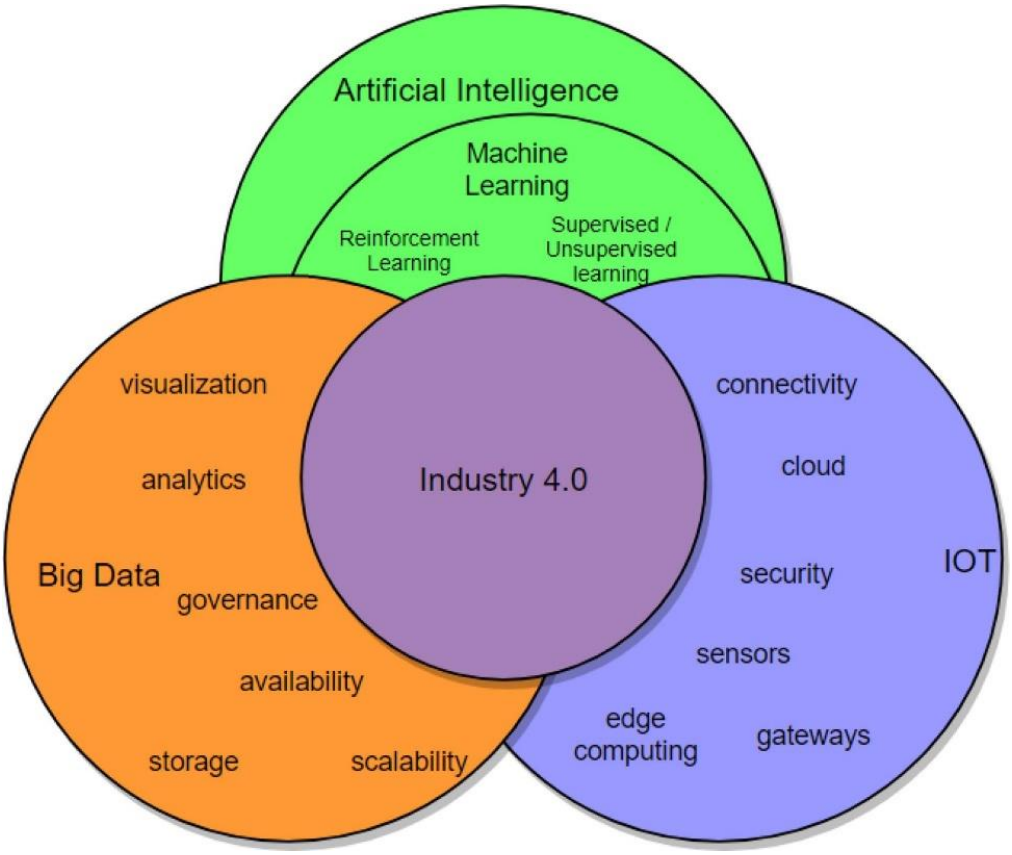


Figura 5 - Indústria 4.0 (Jan et al., 2023)

A Internet das Coisas (IoT), surge como uma ferramenta de extrema importância; esta conecta uma infinidade de dispositivos inteligentes, incluindo sensores, dispositivos eletrónicos, sistemas de posicionamento global e smartphones, etc (Saied et al., 2024).

Atualmente um dos temas mais abordados é a Inteligência Artificial (IA), que emergiu como uma força transformadora em vários setores (Younis et al., 2024). Esta indústria da IA contribui para a transição da economia digital facilitando as atividades económicas. A IA é uma indústria orientada por dados, sendo que estes, servem como "novo petróleo" para a indústria de IA. Os algoritmos desenvolvidos permitem que o mundo processe dados de forma mais eficaz e eficiente (Liu et al., 2024). A Inteligência Artificial (IA) e as tecnologias de aprendizagem automática aliadas a grandes quantidades de dados recolhidos através de tecnologias digitais modernas, têm emergido como uma das pedras angulares dos sistemas ciberfísicos subjacentes à Indústria 4.0. Embora a IA seja frequentemente usada como sinônimo de apredizagem automática, a IA é um campo mais amplo que inclui aspetos de inteligência que incluem perceção, deteção, raciocínio e representação de conhecimento, além do aspeto de aprendizagem automática (Jan et al., 2023).

2.2.3 Objetivos da Transformação Digital

O processo de digitalização inclui tanto o aumento da utilização da robótica, como soluções de automatização e informatização, permitindo assim reduzir custos, melhorar a eficiência e a produtividade, e ser flexível às mudanças (Hole et al., 2021).

A digitalização de processos produtivos possibilita uma maior flexibilidade, produtividade e personalização de produtos com o menor custo possível. Também, impulsiona o ganho de eficiência e a continuidade de negócios na manufatura avançada, além de ter operações integradas (Petronas, 2021).

Para implementar a digitalização dos processos produtivos, inicialmente, é necessário investir na criação de uma cultura digital na indústria. Isto porque, mesmo com os procedimentos que são feitos de forma automática, os profissionais que exercem funções na unidade industrial, ainda necessitam de operar as máquinas e os seus sistemas. Além disso, é importante esclarecer a todos que a tecnologia terá uma elevada importância, mas não substituirá a mão de obra humana (Petronas, 2021).

A transformação digital oferece muitas oportunidades para melhorar a qualidade de vida nas cidades, nomeadamente melhorando a eficiência operacional das infraestruturas urbanas, reduzindo custos e melhorando a qualidade dos serviços (Lafioune et al., 2023).

O desenvolvimento de um quadro de referência para a transformação digital visa fornecer uma estrutura clara para as organizações e governos que procuram empreender iniciativas de transformação digital, identificando questões-chave e melhores práticas a seguir (Lafioune et al., 2023).

2.3 Gestão de Ativos e Transformação Digital

A Gestão de Ativos envolve vários processos que necessitam de uma intensa utilização de dados, bem como uma necessidade constante de recolha e análise para apoiar a tomada de decisão. Com o acesso às ferramentas digitais, esta necessidade está a impulsionar a transição para sistemas de infraestruturas digitais e inteligentes. A utilização de sensores mais pequenos, poderosos e acessíveis, juntamente com avanços tecnológicos, tanto a nível computacional, como também nas soluções para transferência, armazenamento e gestão de dados, podem proporcionar novas capacidades para a tomada de decisões e oportunidades para melhorar a eficiência nas redes de infraestrutura físicas, rodoviária ou ferroviária ou outras (Vieira et al., 2022).

Evans & Price (2020) definiram que, a Gestão de Ativos de Informação (GAI) é fundamental para o sucesso da Transformação Digital (DT) nas organizações e desenvolveram um modelo holístico de GAI que sublinha a necessidade de tratar dados, informações e conhecimento não só como recursos tecnológicos, mas como

ativos empresariais vitais para prosperar num contexto digital. Os autores destacam que a GAI é um componente crítico para a DT, diferenciando-a da gestão da Tecnologia da Informação (TI) ao focar na criação e uso eficaz das informações. Evans e Price defendem que a GAI deve ser vista como uma disciplina independente da TI, essencial para impulsionar o desempenho do negócio. A eficácia na gestão dos ativos de informação é crucial para o sucesso da DT, sendo um dos pilares fundamentais de qualquer projeto de transformação ou mudança organizacional, tornando as empresas mais competitivas e rentáveis.

A Gestão de Ativos de Informação e a Transformação Digital são exploradas com referência a contribuições significativas de diversos autores. Drucker (1993) realça os ativos de informação como o recurso mais significativo. Bontis et al. (1999) consideram esses ativos como impulsionadores do valor empresarial. Laney (2017) enfatiza a necessidade de incluir os ativos de informação em relatórios financeiros. Roe (2019) aborda a gestão da informação como crucial para a transformação digital. Estes autores ajudam a compreender que uma gestão eficaz de ativos de informação é essencial para o sucesso da transformação digital e para manter vantagens competitivas no mercado atual.

A Transformação Digital pode proporcionar uma estrutura que melhora o desempenho ao recolher e integrar informações dos ativos no processo de tomada de decisão (Attencia, 2020). Os recursos tecnológicos incorporados nos ativos permitem melhorar o seu desempenho através da gestão de informações, desempenhando um papel importante na análise de risco e na tomada de decisão (Kinnunen et al., 2017).

As soluções digitais, centradas na utilização de dados, promovem o avanço das operações e manutenção de ativos. A utilização de informações provenientes de sensores, o uso da computação em nuvem e os dispositivos móveis estão a impulsionar uma procura na área de gestão de ativos, através da adoção e utilização padronizada de várias tecnologias. Muitas organizações responsáveis pela gestão de ativos estão a explorar estas tecnologias como uma nova abordagem para reunir dados com o apoio de sistemas de monitorização (Hua et al., 2014; O'Donovan et al., 2015).

A utilização da tecnologia para gerir ativos pode originar uma melhoria do desempenho dos ativos, ao recolher e integrar informações provenientes de ativos confiáveis no processo de tomada de decisão. Embora a maioria das empresas utilize uma diversidade de ativos nas suas operações, muitas recorrem a métodos ineficazes, como inspeções no local uma ou duas vezes por ano, em vez de aproveitar a tecnologia para gerir os seus ativos (HAN et al., 2018).

Os sistemas inteligentes de gestão de ativos estão a tornar-se cada vez mais importantes. A disponibilidade da Internet das Coisas (IoT) no meio industrial, agrega novas tecnologias, como análise de manutenção preditiva combinada com Big Data e simulações de Digital Twin (gêmeos digitais). Estas novas tecnologias

estão a impulsionar o crescimento das plataformas de gestão de ativos, no entanto, a utilização de meios digitais na gestão de ativos, pode tornar-se um desafio, sendo que implica determinadas mudanças tecnológicas na infraestrutura, como também, mudanças no processo de gestão de ativos. A transformação digital da gestão de ativos, deve garantir que informações de negócios e dados de tecnologia operacional corretos estão disponíveis no momento certo, em todo o sistema e durante todo o ciclo de vida do ativo (Maletič et al., 2020).

2.4 Modelos de Maturidade

Um modelo de maturidade é um modelo conceptual , segundo Tarhan et al. (2016), consiste numa sequência de níveis discretos de maturidade para uma classe de processos num ou mais domínios de negócios, representando um caminho evolutivo antecipado, desejado ou típico para esses processos. Os modelos para identificação da maturidade, são ferramentas utilizadas para avaliar os processos de negócios e perceber qual o comportamento das empresas (Sobral & Tancredo, 2023). Algumas áeas científicas de negócio adotaram o conceito de modelo de maturidade como forma de avaliar e melhorar as suas competências (Tarhan et al., 2016). A utilização destes modelos proporciona a identificação dos pontos fortes e dos pontos fracos da organização, consoante os objetivos pretendidos, possibilitando que se definam procedimentos, através de uma priorização eficaz das ações (Sobral & Tancredo, 2023).

2.4.1 Modelo de Maturidade da Gestão de Ativos

Avaliar a maturidade da Gestão de Ativos pode revelar-se uma tarefa complicada, sendo sujeita a interpretações por vezes subjetivas em diferentes contextos. A maturidade da Gestão de Ativos envolve mais do que simplesmente cumprir a norma ISO 55001 (Marujo, 2020).

O IAM introduziu uma metodologia de avaliação em 2008, a PAM (PAS 55 Assessment Methodology), que consiste num mecanismo composto por uma série de perguntas para avaliação do grau de maturidade. Desde então, várias empresas adotaram este mecanismo, realizando uma autoavaliação para examinar as falhas no sistema, sem recorrer a ajuda ou consultoria externa (João, 2019).

A PAM indica 5 níveis de maturidade relativamente aos 28 requisitos da PAS 55 (PAS 55, 2008), sendo esses níveis os seguintes (Sobral & Tancredo, 2023):

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

No entanto, com o desenvolvimento da norma ISO 55001 e sua publicação em 2014, o IAM deparou-se com o dever de atualizar esta ferramenta. Dessa forma, idealizou-se a metodologia de avaliação SAM (Self-Assessment Methodology), aplicável a setores distintos, que agrupa a PAS 55 com a ISO 55001 (João, 2019).

Uma organização que realiza a avaliação da a sua Gestão de Ativos tenciona (Coelho, 2015; IAM, 2015; João, 2019):

i) Obter um melhor entendimento das boas práticas na Gestão de Ativos, com o intuito de ajudar na realização de um programa de ação ou de melhoria;
ii) Quantificar as evidências experienciadas de forma a facilitar a determinação do estado em que se encontra nesse dado momento;
iii) Ter uma base que permite construir planos de ação para lidar com as principais lacunas e para monitorizar o progresso ao longo do tempo, de forma a conseguir comparar a capacidade da sua Gestão de Ativos com outras organizações.

Através de uma pesquisa e análise bibliográfica, foi possível percecionar que autores como João (2019), Marujo (2020), D'Alesio (2012), Tancredo (2018), etc., que efetuaram um estudo dos níveis de maturidade de gestão de ativos, utilizaram a escala de maturidade da ISO 55001 do IAM. A escala referida está representada na Figura 6.

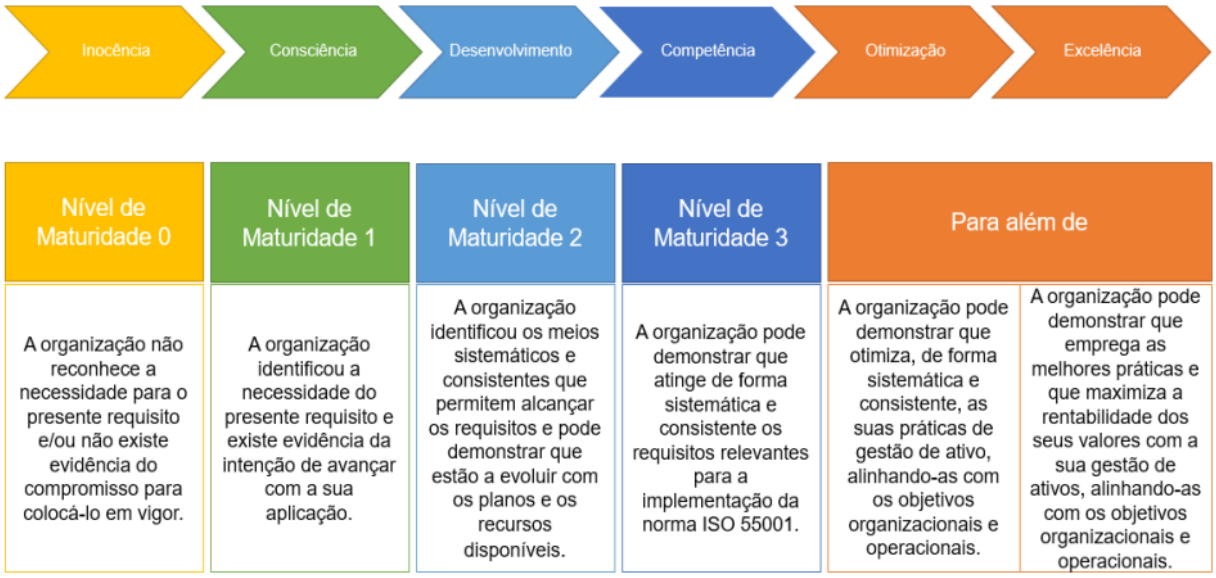


Figura 6 - Escala de Maturidade do IAM Adaptado de Tancredo (2018)

Na Figura 6, estão presentes níveis de maturidade, identificados pela SAM (Sobral & Tancredo, 2023):

- Nível de maturidade 0 - Inocência;

- Nível de maturidade 1 - Consciência;
- Nível de maturidade 2 - Desenvolvimento;
- Nível de maturidade 3 - Competente.
- Nível de maturidade 4 – Otimizado
- Nível de maturidade 5 - Excelente

A ferramenta SAM considera mais 2 níveis de maturidade no topo da escala, (Otimizado e Excelente), que correspondem a situações em que os requisitos da norma ISO 55001 foram cumpridos e ultrapassados, respetivamente (Sobral & Tancredo, 2023).

2.4.2 Modelos de Maturidades da Transformação Digital

Muitas empresas, apresentam sérios problemas para perceber a ideia geral da Transformação Digital na Indústria. Para superar a crescente incerteza e insatisfação nas empresas sobre este tópico, são necessários novos métodos e ferramentas para fornecer orientação para adaptar estratégias e operações de negócios (Canetta et al., 2018; Santos, 2018). Com esta razão, é essencial construir uma estrutura para avaliar a disponibilidade e maturidade da tecnologia de cada fabricante ou prestador de serviços. As diferentes empresas podem utilizar os resultados da sua autoavaliação como ponto de partida para a implementação das diversas medidas estratégicas. Os modelos conceituais permitem coletar dados sobre o estado de desenvolvimento das indústrias e identificar fatores adicionais de sucesso (Canetta et al., 2018).

A fim de apoiar as empresas na definição do seu roteiro de transformação da digitalização, os modelos de preparação e maturidade oferecem uma metodologia para analisar o seu estado, através da utilização de um instrumento de avaliação indicado para esse fim. As ferramentas de avaliação foram desenvolvidas tanto pela academia como pelas empresas, com o objetivo de fornecer quadros de análise que as empresas poderiam adotar para autoavaliar as suas condições ou analisá-las colaborativamente (Canetta et al., 2018).

Atualmente existem modelos para perceção do estado de maturidade do desenvolvimento tecnológico no meio empresarias, como:

Modelos de maturidade da indústria 4.0, como ilustrado pelo Modelo IMPULS-VDMA, que é composto por 6 níveis (do nível 0 ao nível 5), conforme representado na Figura 7. Este modelo de avaliação da maturidade tem seis níveis principais e inclui 18 áreas de interesse distribuídas por essas dimensões, que são a base da avaliação. Cada um dos seis níveis (de 0 a 5) define os requisitos mínimos que devem ser identificados e considerados para alcançar totalmente o respetivo nível (IMPULS, 2015; Santos, 2018).

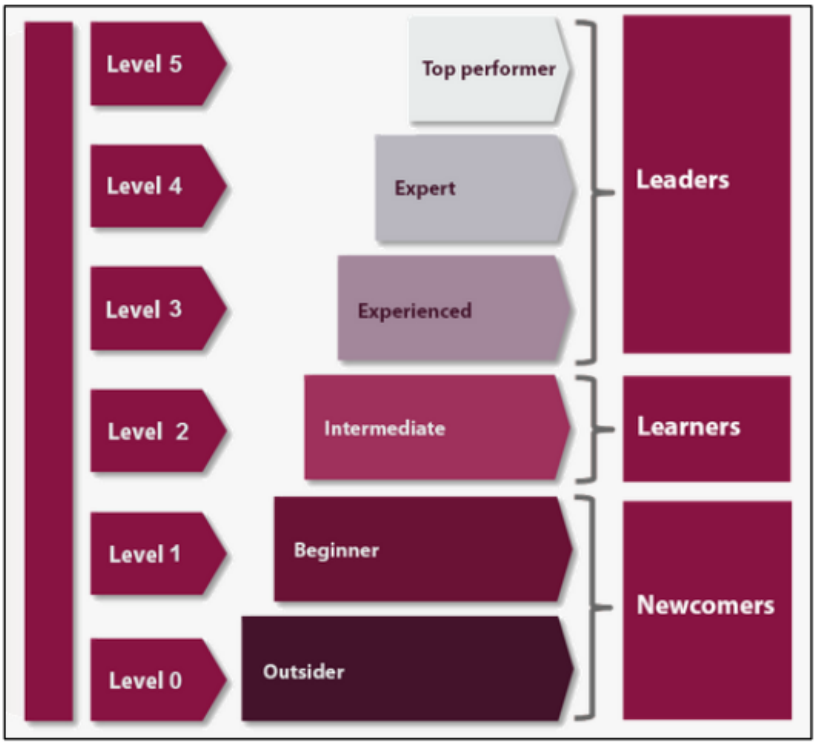


Figura 7 - Níveis de Maturidade da Indústria 4.0 (IMPULS, 2015)

Segundo Santos (2018), Estes níveis mencionados, caracterizam o nível de maturidade atribuído à empresa como um todo. Seguidamente são caracterizados estes 6 níveis (Santos, 2018):

- Nível 0 - Outsider: Uma empresa neste nível, não atende a nenhum dos critérios. Este nível é designado automaticamente para organizações que desconhecem a Indústria 4.0 ou consideram esta irrelevante.
- Nível 1 - Beginner: A empresa está ligada à Indústria 4.0 através de iniciativas piloto. Apenas alguns dos processos produtivos são suportados por TIC, satisfazendo apenas parcialmente as necessidades futuras de integração e comunicação. A empresa começa a fabricar produtos que dão os primeiros passos em direção à incorporação de funcionalidades baseadas em TIC. A capacidade para expandir a Indústria 4.0 está presente, apenas em algumas áreas da empresa.
- Nível 2 - Intermediate: Incorpora a Indústria 4.0 na sua estratégia e desenvolve indicadores adequados para medir o estado da sua implementação. São realizados investimentos relevantes em algumas áreas específicas. Alguns dados de produção são recolhidos automaticamente, mas são utilizados de forma limitada. A infraestrutura dos equipamentos não cumpre todos os requisitos para futuras expansões. Fabrica produtos com as primeiras funcionalidades de TIC integradas. Em algumas áreas, os funcionários possuem as competências necessárias para expandir a Indústria 4.0.

- Nível 3 - Experienced: Já formulou uma estratégia para a Indústria 4.0 e promove investimentos relacionados em diversas áreas, sob a orientação de um departamento de gestão da inovação. Os sistemas de TIC, incluindo soluções em nuvem, suportam os processos de produção, com recolha automática de dados nas principais áreas. Foram implementadas soluções de segurança de informação e de dados. Fabrica produtos com diversas funcionalidades de TIC integradas, que constituem a base para os primeiros serviços orientados por dados. Estão a ser feitos grandes esforços para melhorar as competências dos colaboradores para enfrentarem os novos desafios.
- Nível 4 - Expert: Acompanha as estratégias para a Indústria 4.0 com indicadores adequados. Realiza investimentos em todas as áreas relevantes, com processos suportados pela gestão da inovação. Os produtos em processo de fabricação e os produtos acabados têm funcionalidades baseadas em TIC integradas, permitindo a comunicação com os clientes e a recolha e análise de dados durante a utilização dos produtos. Na maioria das áreas relevantes, a empresa possui as capacidades necessárias para alcançar este nível de maturidade e expandir a Indústria 4.0 no futuro.
- Nível 5 - Top Performer: Tem uma estratégia para a Indústria 4.0 implementada, apoiada por investimentos em toda a empresa. Soluções de segurança abrangentes estão em funcionamento, e as soluções baseadas na nuvem proporcionam uma infraestrutura de TIC flexível que suporta os processos de produção. Algumas áreas da produção já utilizam equipamentos guiados autonomamente e dispõem de processos com resposta automática. Os dados recolhidos durante a utilização dos produtos são usados para atividades como desenvolvimento de produtos, manutenção remota e suporte a vendas. Os serviços orientados por dados para os clientes representam uma parte significativa das receitas. A empresa possui as capacidades técnicas e competências necessárias para avançar com os projetos da Indústria 4.0.

Modelos de maturidade que avaliam a capacidade da transformação digital. Tem-se o caso do DX-CMM, também composto por seis níveis que vai do Nível 0: Incompleto, ao Nível 5: Inovador, como se pode ver na Figura 7. A Maturidade DX (Transformação Digital) organizacional, é a medida em que uma empresa implementa consistentemente processos DX para atingir o nível desejado de maturidade DX, que é avaliada, avaliando o alcance dos níveis de capacidade de processo especificados para um perfil definido de processos, conforme estabelecido no Modelo de Maturidade (Gökalp & Martinez, 2021). Gökalp & Martinez (2021), mencionam que o modelo DX-CMM (Modelos de maturidade da capacidade da transformação digital) fornece um roteiro, incluindo todas as dimensões relacionadas, com uma abordagem baseada numa sequência de níveis de capacidade, desde as necessidades básicas até à adaptação contínua para DX (Gökalp & Martinez, 2021).

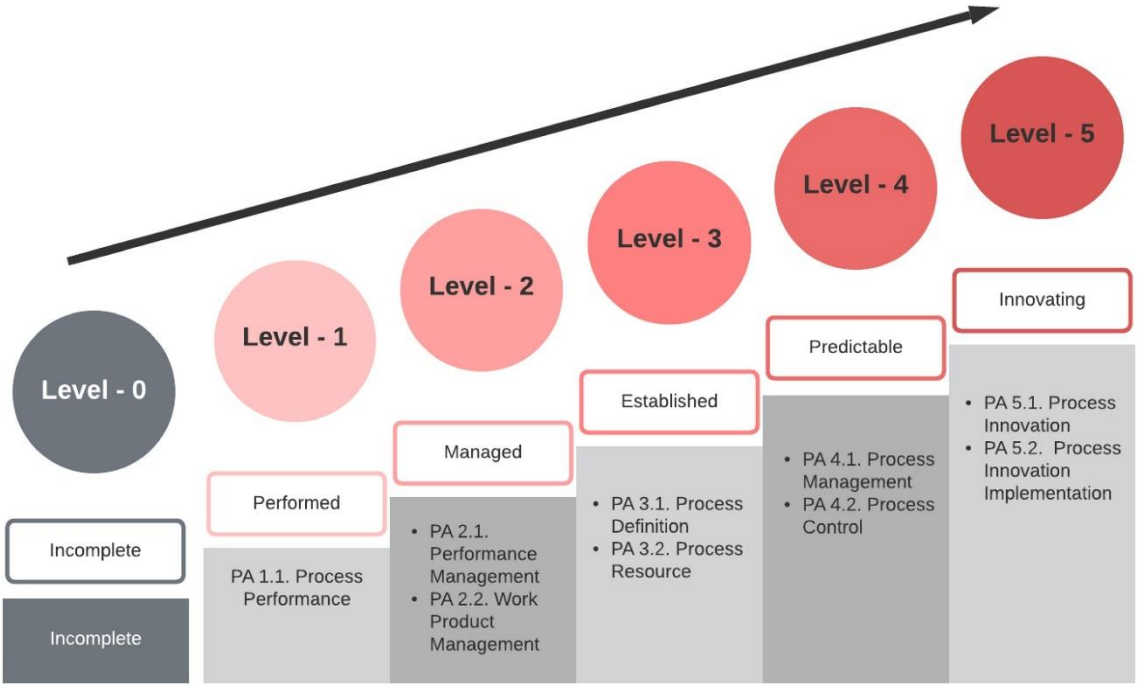


Figura 8 - Níveis de Maturidade da Capacidade de TD (Gökalp & Martinez, 2021)

Segundo Gökalp & Martinez (2021), cada nível de maturidade, representados na Figura 8, baseia-se no anterior. Para os autores estes níveis são identificados da seguinte forma:

- Nível 0: Incompleto – A iniciativa DX ainda não começou.
- Nível 1: Realizado – A iniciativa de Transformação Digital (DX) foi arrancada. A visão da DX está definida e o plano estratégico para a transição foi elaborado, embora ainda não tenha sido totalmente implementado. Foi criado um portefólio que inclui os projetos de DX identificados, avaliados, priorizados e aprovados. Além disso, foi designado um departamento ou grupo responsável por levar a cabo a DX. As necessidades de qualificação da força de trabalho foram identificadas e a formação necessária começou a ser implementada na empresa.
- Nível 2: Gerido – Neste nível, a Transformação Digital (DX) é gerida com o início da criação dos Digital Twins, que ligam o mundo físico ao digital. Os processos de negócio são digitalizados, o departamento de TI define uma estratégia para a integração tecnológica e são iniciados projetos relacionados com a DX. São realizadas análises de viabilidade e estudos-piloto, e os requisitos de cada projeto são estabelecidos. A aquisição de dispositivos IoT começa e a relação com os fornecedores é gerida. Também são definidos os requisitos da arquitetura empresarial e gerida a infraestrutura, a administração de dados, o desenvolvimento de softwares e a segurança dos sistemas.
- Nível 3: Estabelecido – Neste nível, a Transformação Digital (DX) está firmemente estabelecida. Os principais processos estão bem definidos e em

conformidade com as normas de padronização. Foi alcançada a integração vertical, incluindo a ligação interna dos dispositivos IoT aos sistemas de planeamento de recursos empresariais ou de gestão de requisitos dos clientes. A arquitetura empresarial (AE) desenvolvida está integrada, e a gestão da mudança organizacional é realizada a este nível.

- Nível 4: Previsível – As técnicas quantitativas começam a ser aplicadas aos dados recolhidos em tempo real de produtos, serviços ou processos. A integração horizontal, que consiste na ligação entre redes ao nível empresarial, é estabelecida. A análise de dados é implementada.
- Nível 5: Inovando – A organização usa os dados recolhidos para impulsionar a melhoria contínua, estabelece uma cultura de inovação e promove a cooperação dinâmica. Além disso, aumenta a transparência e a visibilidade operacional através da troca automatizada e constante de informações entre as redes.

2.5 Sistemas de TI aplicadas à GA

Com os rápidos avanços da tecnologia, atualmente as opções de softwares que executam funções de gestão de ativos, não faltam. Estão representados na seguinte listagem, após uma pesquisa, alguns dos softwares que representam o mercado nacional e internacional como opções para este tipo de gestão:

- IBM Maximo Asset Management: Software utilizado com o objetivo de gerir todo o ciclo de vida de um ativo, desde a conceção até à eliminação. É frequentemente utilizado por empresas de manufatura, transporte, energia e serviços públicos (IBM, 2021).

- Infor EAM: É uma solução de gestão de ativos empresariais que ajuda a controlar e a otimizar a manutenção, os custos e o desempenho de ativos físicos, como equipamentos, veículos e instalações (Infor EAM, 2023).

- Oracle Enterprise Asset Management: Plataforma que permite gerir o ciclo de vida dos ativos físicos, incluindo o planeamento, a aquisição, a manutenção, a conformidade e a desativação. É utilizado por empresas de serviços públicos, petróleo e gás, manufatura entre outras indústrias (Oracle Enterprise, 2023).

- SAP Asset Management: É uma solução que ajuda a gerir ativos físicos, digitais e humanos, permitindo a gestão do ciclo de vida dos ativos, desde a aquisição até ao seu descarte (SAP, 2023).

- UpKeep: É uma solução de gestão de ativos, baseada em nuvem, que permite gerir ordens de trabalho, agendar manutenções preventivas, monitorizar

ativos em tempo real e muito mais, sendo utilizado por empresas de manutenção, instalações, construção e outras indústrias (UpKeekp, 2023).

- UpKeep CMMS: Software de gestão de ativos e de manutenção que ajuda a gerir a manutenção preventiva, corretiva e preditiva dos ativos, incluindo equipamentos, veículos e instalações. Este oferece recursos de gestão de ordens de trabalho, rastreamento de inventário e monitorização em tempo real (UpKeekp, 2023).

- EZOfficeInventory: Software de gestão de ativos que ajuda a gerir ativos físicos, digitais e móveis. Oferece recursos de rastreamento de inventário, gestão de manutenção, gestão de pedidos de compra e muito mais (EZOfficeInventory, 2023).

- Primavera CEGID: O módulo de gestão de ativos do Primavera permite rastrear e gerir ativos tangíveis, monitorizar o desempenho, gerir a manutenção, controlar custos e depreciação, gerir inventário, controlar fornecedores e oferece relatórios, sendo uma solução completa para gestão de ativos empresariais (Cegid Primavera, 2023).

- Sage X3: Software de gestão empresarial que inclui um módulo de gestão de ativos. O módulo de gestão de ativos permite-lhe gerir todos os tipos de ativos empresariais, incluindo equipamentos, instalações, veículos e imóveis. Este software oferece recursos para monitorizar o desempenho dos ativos, gerir a manutenção preventiva e corretiva, controlar os custos e gerir a depreciação e amortização dos ativos (Sage X3, 2023).

- PHC CS: Software de gestão empresarial que inclui um módulo completo de gestão de ativos, que lhe permite gerir todos os ativos da sua empresa, desde equipamentos a imóveis, passando por frota e inventário (PHC CS, 2023).

- ServiceChannel: Software de gestão de facilities, ou seja, um software que ajuda as empresas a gerir e manter as suas instalações e ativos. O ServiceChannel permite a gestão de múltiplos locais de forma centralizada, incluindo a gestão de serviços de limpeza, manutenção de equipamentos, serviços de segurança, entre outros (ServiceChannel, 2023).

2.6 Pesquisa Cronológica da Literatura Científica

Para conhecimento do estado da arte referente ao tema "Transformação Digital na Gestão de Ativos", foi feita uma pesquisa temporal da literatura, sendo para o efeito, realizada uma pesquisa em diferentes plataformas, de forma a possibilitar a análise do número de publicações sobre temas específicos num determinado intervalo de tempo.

Esta pesquisa foi efetuada em 2023 e início de 2024, sendo alvo de procura, Artigos Científicos, Dissertações, livro, etc., publicados entre 2013 e 2022 de forma a possibilitar a perceção do número de publicações em cada um desses anos, como também entender se estes números revelaram uma tendência crescente. No âmbito de percecionar tal tendência, recorreu-se ao Microsoft Excel para construção de gráficos de barras para os termos pesquisados.

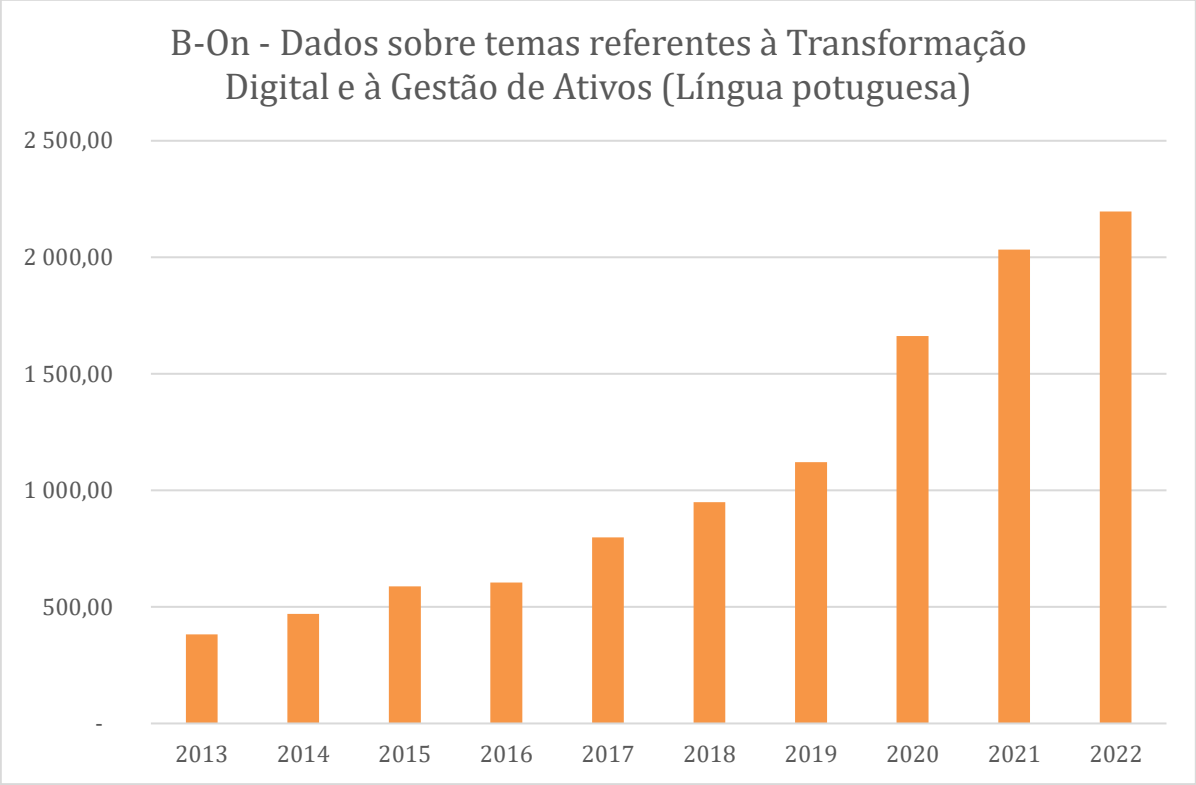


Gráfico 1 - B-On - Dados sobre temas referentes à TD e à GA (Língua portuguesa)

Como se pode observar, no Gráfico 1, o número de publicações por ano na biblioteca B-On, em língua portuguesa, sobre os tópicos pesquisados, referentes a temas como Transformação Digital, Digitalização e Gestão de Ativos foi crescendo ao longo dos anos, dando a entender que estes temas estão cada vez mais a ser alvo de estudo em Língua Portuguesa.

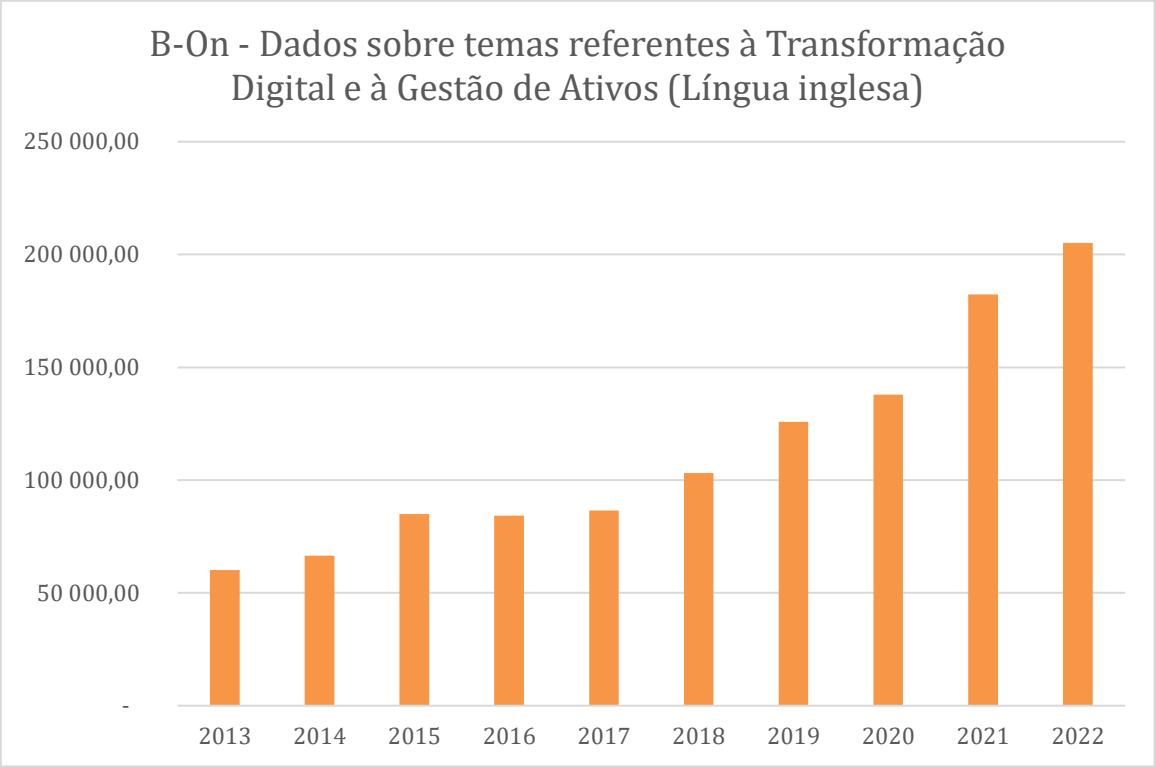


Gráfico 2 -B-On - Dados sobre temas referentes à TD e à GA (Língua inglesa)

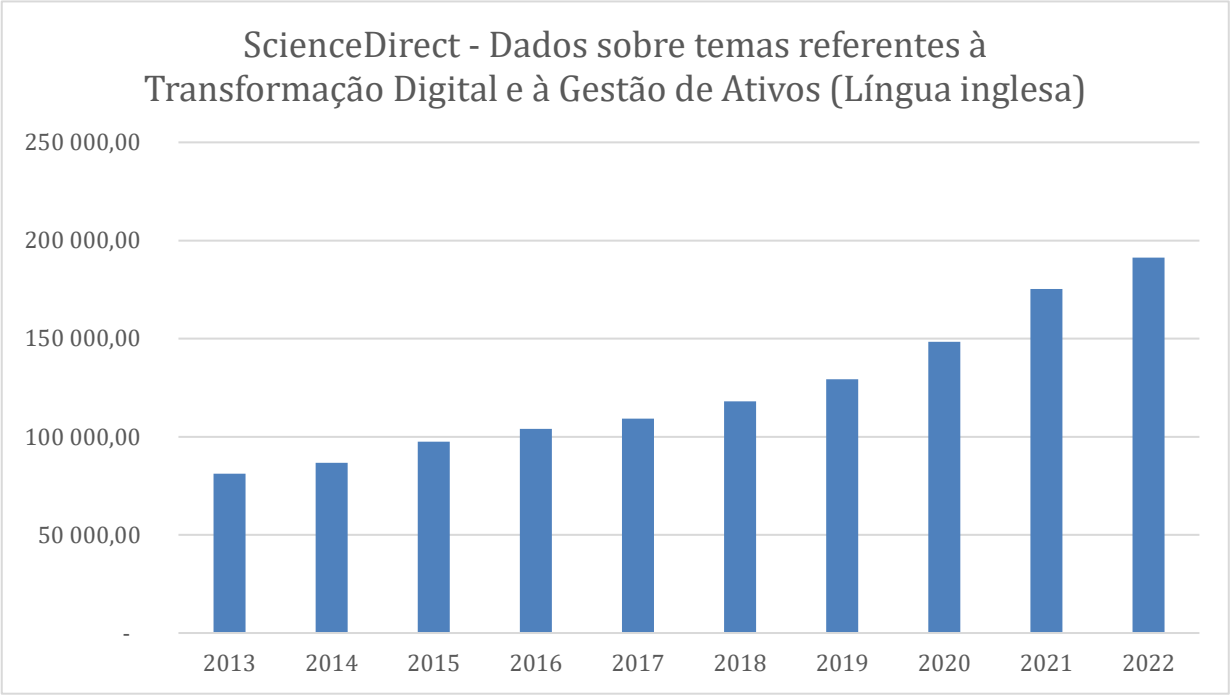


Gráfico 3 - ScienceDirect - Dados sobre temas referentes à Transformação Digital e à Gestão de Ativos (Língua inglesa)

Em ambos os Gráfico 2 e Gráfico 3, estão presentes, o número de publicações por ano na biblioteca B-On e SienceDirect respetivamente, em língua inglesa. Estes gráficos são referentes aos tópicos pesquisados, sobre temas como Transformação Digital, Digitalização e Gestão de Ativos. O número de publicações foi crescendo ao longo dos anos, sendo percetível que estes temas estão cada vez mais a despertar curiosidade nos investigadores em todo o mundo.

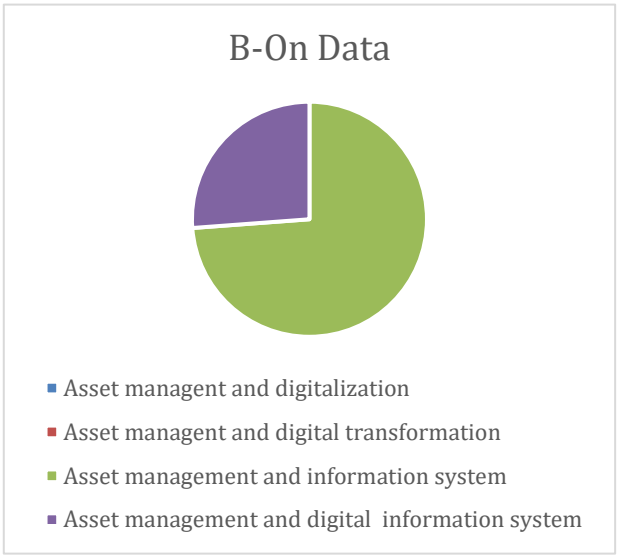


Gráfico 4 - Dados B-On

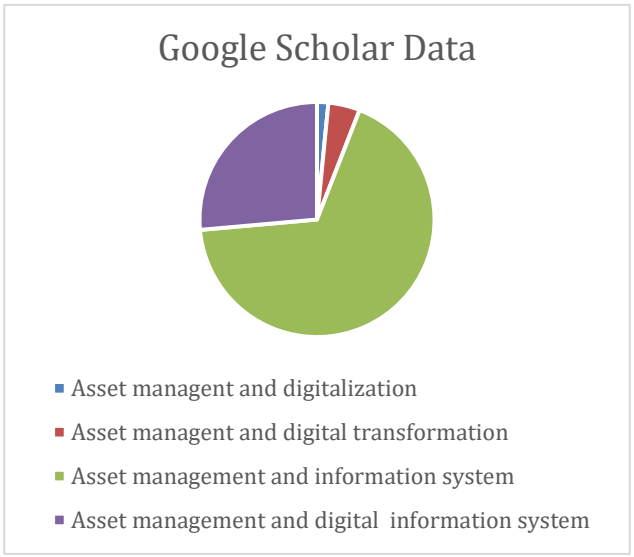


Gráfico 5 - Dados Google Académico

Os Gráfico 4 e 5, referem-se a pesquisas efetuadas na B-On e Google Académico, sobre temas como: Gestão de Ativos e Digitalização, Gestão de Ativos e a Transformação Digital, Gestão de Ativos e Sistemas de Informação e Gestão de Ativos e Sistemas de Informação Digitais. Com esta análise comparativa é percetível que existe um tema com maior quantidade de bibliografia dos que os outros tópicos.

3 ANÁLISE TEMÁTICA DA LITERATURA - GA E TG

Dada a significativa expansão da literatura com potencial interesse na área, o primeiro passo foi realizar uma análise bibliométrica para identificar os autores e estudos mais relevantes, recentes e altamente recomendados sobre os temas abordados. O objetivo principal foi estabelecer uma correlação com a Gestão de Ativos e a Transformação Digital.

Esta secção apresenta uma análise bibliométrica centrada na Gestão de Ativos e na Transformação Digital. São utilizadas técnicas como mapas de cocitação, coocorrências e análise dos artigos e autores mais citados para compreender as tendências da investigação. A secção subsequente discute os resultados da bibliometria em 105 artigos selecionados, seguindo a metodologia PRISMA-ScR. Estes estudos abordam as questões de pesquisa do artigo e foram examinados quanto ao seu valor, com foco na identificação do número de publicações e respetivos periódicos.

3.1 Metodologia e Estratégia de Investigação

A estratégia, teve inico com a determinação e a identificação de diversos termos com relevância ao tema já mencionado. Com estes termos definidos, recorreu-se á biblioteca online B-On e ScienceDirect, sendo os termos alvos de pesquisa: "Gestão de Ativos"; "Gestão de Ativos Físicos"; "Digitalização"; "Transformação Digital"; "Modelos de Gestão de Ativos"; "Modelos de Maturidade", utilizando apenas uma restrição no caso da B-On, sendo requeridos apenas dados referentes a uma pesquisa Booleana.

Este estudo adotou uma abordagem bibliométrica para examinar a evolução dos conceitos de "Gestão de Ativos" e "Transformação Digital". As bases de dados Scopus e Web of Science foram utilizadas para reunir artigos relevantes. Os dados foram processados e analisados com ferramentas como VOSviewer e Bibliometrix R, permitindo a visualização de conexões entre estudos e a identificação de tendências. Esta metodologia forneceu informações cruciais sobre padrões de investigação científica e avaliou o seu impacto através de abordagens quantitativas, matemáticas e estatísticas.

A análise dos dados foi facilitada pela visualização dos resultados através do mapeamento com o software VOSviewer, versão 1.6.18 (Van & Waltman, 2018), e o software Bibliometrix R (Aria & Cuccurullo, 2017). A ferramenta de visualização VOSviewer simplifica a interpretação de mapas bibliométricos, mesmo quando se trata de conjuntos de dados extensos (Cobo et al., 2011; Jeong et al., 2016; Castillo-Vergara et al., 2018; Mas-Tur et al., 2021). De acordo com Hood e Wilson (2001), a análise bibliométrica tem-se tornado cada vez mais comum e hoje é uma prática padrão em diversos campos da pesquisa científica.

Conforme mencionado anteriormente, as etapas envolvidas na análise bibliométrica, adaptadas de Zupic e Cater (2015), podem ser resumidas da seguinte forma: (1) formulação dos objetivos do estudo, seleção da base de dados adequada e aplicação de filtros para definição da amostra; (2) recolha e tratamento de dados bibliométricos, incluindo a aplicação de filtros previamente definidos; (3) análise dos dados utilizando software especializado de análise bibliométrica; (4) interpretação e descrição dos resultados. A Figura 9 representa visualmente a sequência de ações tomadas para obter os resultados.

O processo de aquisição da amostra foi realizado com uma sequência estruturada de etapas:

- Foi efetuada a identificação dos termos de pesquisa pertinentes.
- Procedeu-se à seleção de artigos académicos em concordância com os termos estabelecidos.
- Realizou-se uma pesquisa bibliográfica abrangente nas plataformas Scopus e Web of Science (WoS).
- Os conjuntos de dados disponíveis foram recolhidos para análise.
- Efetuaram-se análises bibliométricas dos dados provenientes de diferentes bases de dados académicas.
- Os resultados foram visualizados e mapeados com o apoio das ferramentas digitais VOSviewer e Bibliometrix R.
- Identificaram-se os autores e temas significativos para o âmbito do estudo.
- Os resultados foram interpretados e analisados de forma a permitir a extração de conclusões relevantes.

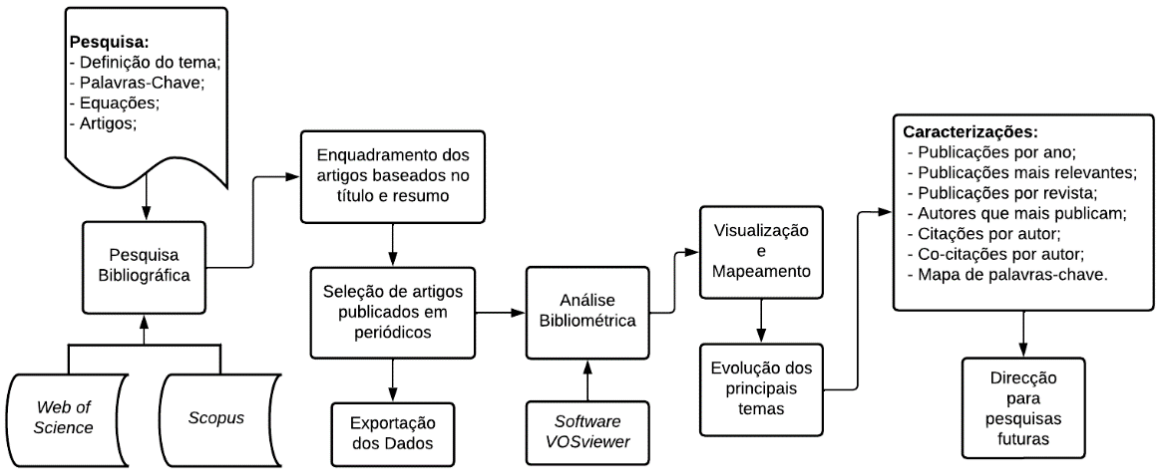


Figura 9 - Fluxograma da Metodologia Utilizada para Pesquisa e Análise Bibliométrica

O estudo teve início com a seleção de palavras-chave relevantes em bases de dados, com o intuito de reunir uma coleção completa de dados publicados sobre o assunto. Utilizando o software VOSviewer, que gera representações gráficas, a análise bibliométrica foi realizada de uma base de dados final que inclui a remoção de dupilicados entre as duas bases de dados (Scopus e WoS), complementada pelo software Bibliometrix R e com o IDE (integrated development environment) R Studio. Adicionalmente, foi seguido um fluxograma metodológico, conforme delineado por Donthu et al. (2021), integrando a estrutura PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis for Scoping Review) desenvolvida por Tricco et al. (2018), conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Procedimento de Análise Bibliométrica do Fluxograma PRISMA-ScR.

Etapa 1. Definição dos objetivos e escopo do estudo bibliométrico			
Visão geral abrangente das tendências de pesquisa, gestão de ativos e transformação digital			
RQ1. Como avança a produção científica sobre Gestão de Ativos e Transformação Digital? RQ2. Como se forma a rede de colaboração em pesquisa neste campo? RQ3. Qual é a tendência de pesquisa?			
Etapa 2. Escolha das técnicas de análise bibliométrica			
Bases de dados científicas: Web of Science e Scopus; **Software de mapeamento bibliométrico:** VOSviewer e Bibliometrix			
Etapa 3. Recolha de dados para análise bibliométrica			
Palavras-chave (*Web of Science*)			
Pesquisa 1	((TS=("Asset Management")) AND (TS=("Digital Transformation")))		
Palavras-chave (*Scopus*)			
Pesquisa 2	(TITLE-ABS-KEY ("Asset Management" AND "Digital Transformation "))		
Etapa 4. Diagrama de fluxo PRISMA-ScR		**WoS**	**Scopus**
Identificação	Registo de todos os campos obtidos pela pesquisa no banco de dados	47	134
	Total de artigos identificados	181	
Triagem	Artigos após aplicação de filtro (Inglês; Artigo de conferência; Artigo)	43	108
	Total de artigos após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão	151	
Elegibilidade	Exclusão de artigos duplicados	40	
	Total de artigos após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão	23	88
	Exclusão manual de artigos por título, resumo e palavras-chave	4	2
Incluído	Incluído na análise	19	86
Geral	Amostra final	**105**	
Etapa 5. Executando a análise bibliométrica			
Análise de desempenho	Resumindo o desempenho de indicadores de pesquisa prolíficos, como número de publicações e citações; e taxa de publicação por periódico, área de pesquisa, autor, afiliação e país		
Mapeamento científico	Visualização da estrutura intelectual por meio de análise de citações e coautorias e de temas e tópicos de pesquisa por meio de análise de cocitações, acoplamento bibliográfico e análise de coocorrência.		
Etapa 6. Sugestões e implicações para futuras investigações			
Etapa 7. Conclusões			

3.2 Publicações por Ano a Nível Global

O Gráfico 6 retrata a evolução temporal das produções científicas sobre os termos Gestão de Ativos e Transformação Digital. Nos últimos dez anos, apenas regista-se um crescimento de 2017 até 2019, o que sugere um aumento da atividade de investigação nesta temática. No ano de 2020, observa-se o ponto mais alto, indicando o ano com mais publicações, o que pode estar relacionado com um maior interesse em certas áreas de estudo ou mais investimento em investigação. Contudo, a partir de 2020, nota-se um decréscimo acentuado, continuando a descer em 2021 e 2022. É importante notar que o gráfico apenas nos dá a quantidade de publicações, não a sua relevância ou impacto. Falta o contexto para entender completamente as causas desta tendência, como por exemplo se o aumento em 2020 se deveu à pandemia de COVID-19, que impulsionou a investigação em várias áreas.

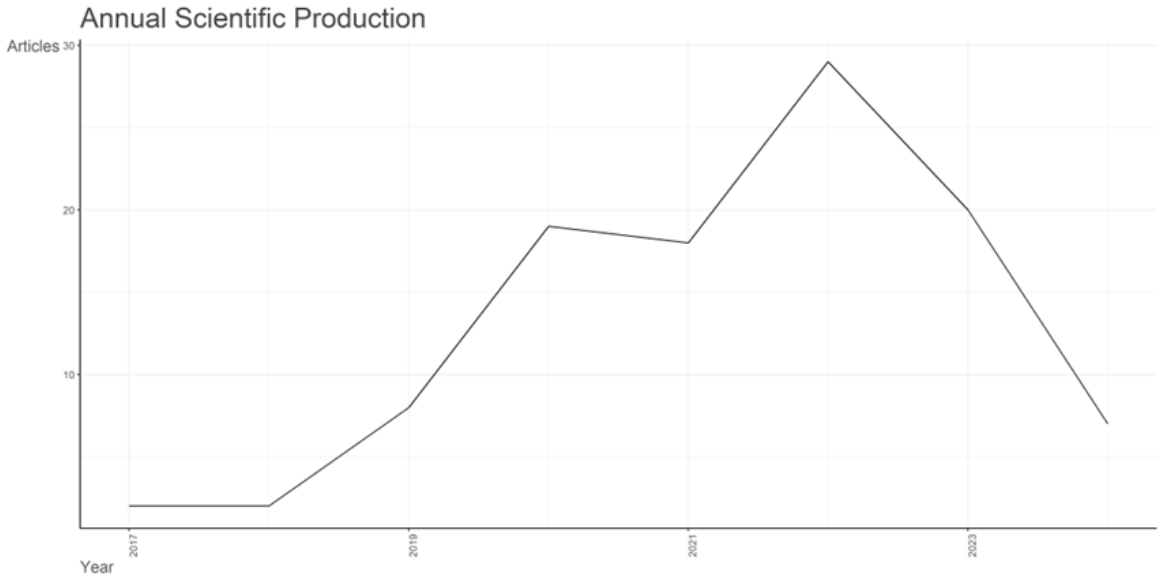


Gráfico 6 - Produção Científica Anual Global (Bibliometrix R).

3.2.1 Publicações por Ano em Portugal

No Gráfico 7, constata-se uma tendência ascendente na produção científica de Portugal, entre 2020 e 2023. Todavia, a análise adquire uma dimensão adicional ao centrar-se em setores emergentes, como a Gestão de Ativos e a Transformação Digital. O incremento linear e consistente aponta para uma agregação de estudos em áreas específicas, em detrimento de outras igualmente cruciais para a modernização e competitividade económica, que parecem menos desenvolvidas.

Estas duas áreas são cruciais para a operacionalidade eficaz, inovação e sustentabilidade, tanto no âmbito empresarial como no cenário económico global, verificando-se algumas falhas nas publicações sobre Gestão de Ativos e Transformação Digital em Portugal. A Transformação Digital, em particular, sobressai como uma área de interesse global, refletindo a sua importância vital no avanço digital das sociedades e das economias mundiais.

Gráfico 7 - Produção Científica Anual em Portugal (Bibliometrix R).

3.3 Distribuição das Publicações mais Citadas por Países

Esta subsecção analisa a distribuição das publicações mais citadas por país. A Turquia destaca-se com um elevado número de publicações citadas, seguida pelo Reino Unido, Austrália, Itália, Finlândia, Canadá, Holanda, Índia, Portugal, entre outros, como ilustrado no Gráfico 8.

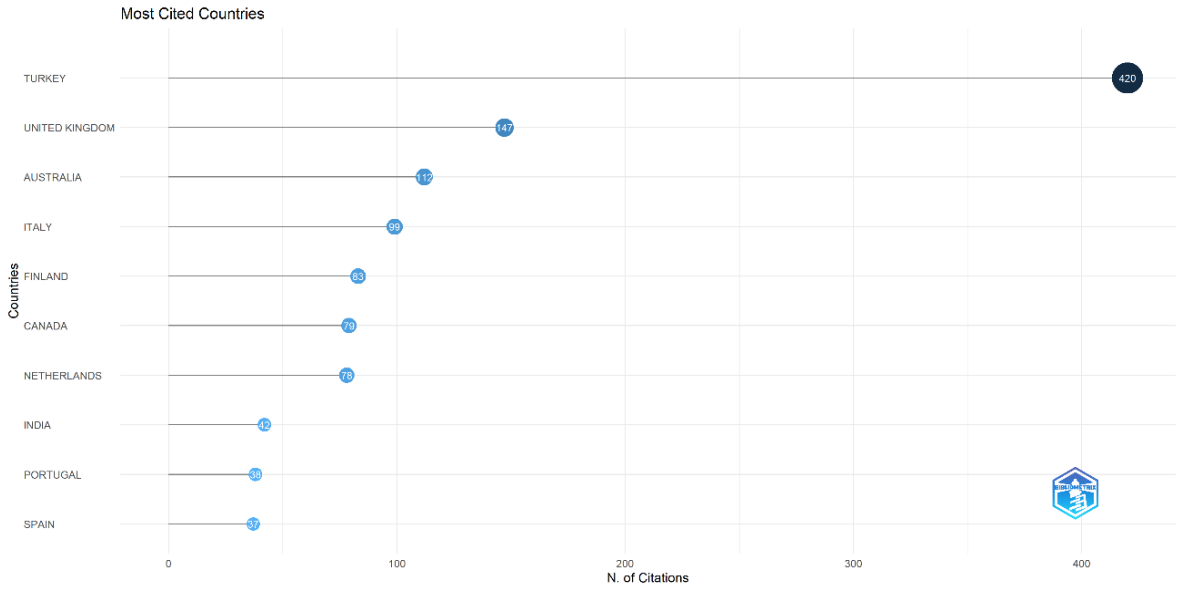


Gráfico 8 - Número de Citações por País (Bibliometrix R).

O mapa a cores mostra a quantidade de estudos científicos feitos por país. Os países pintados de azul mais escuro são os que produziram mais trabalhos, acima de 17 documentos. A escala de cor, que vai do azul-claro ao escuro, está explicada na legenda no canto inferior esquerdo e indica o número de publicações de cada país.

Portugal destaca-se como um dos países com maior produção científica na área da Gestão de Ativos e da Transformação Digital. Embora estas publicações ainda não sejam as mais citadas, o país sobressai pelo volume de investigação nesta área. A Figura 10 ilustra globalmente a distribuição das publicações neste campo pelos diversos países. Portugal, Reino Unido, China, Itália, Austrália, Índia, Espanha, Estados Unidos, Finlândia e Canadá destacam-se como os países com maior número de publicações científicas nesta área.

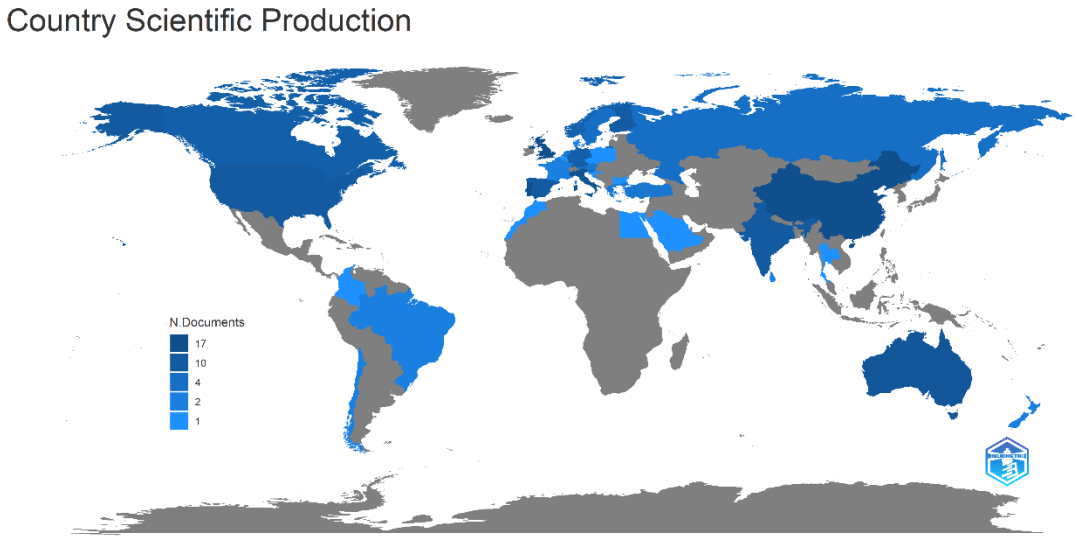


Figura 10 - Produção Científica por País (Bibliometrix R).

3.4 Publicações mais Relevantes dos Últimos Anos a Nível Global

Esta subsecção visa aprofundar a compreensão dos artigos com mais impacto na literatura atual. A categorização dos artigos publicados foi estabelecida através de análise de citações, conforme retratado na Tabela 2. No entanto, todos os artigos foram cuidadosamente revistos para garantir o seu alinhamento com o tema deste estudo. A compilação inclui os 12 artigos mais pertinentes dos últimos anos.

Tabela 2 - Publicações mais Relevantes dos Últimos Anos a Nível Global.

Ranking	Autor	Título	Ano	Citações
1	Gökalp et al., 2017	Development of an assessment model for industry 40: industry 4.0-MM	2017	420
2	Chen et al., 2021	Artificial intelligence based humancentric decision support framework an application to predictive maintenance in asset management under pandemic environments	2021	54
3	Evans & Price, 2020	Development of a holistic model for the management of an enterprises information asset	2020	44
4	Moretti et al., 2021	Geobim for built environment condition assessment supporting asset management decision making	2021	42
5	Prakash & Ambekar, 2020	Digital transformation using blockchain technology in the construction industry	2020	35
6	Brunet et al., 2019	Analysis of bim use for asset management in three public organizations in québec canada	2019	32
7	Crespo Marquez et al., 2020	Maintenance management through intelligent asset management platforms iamp emerging factors key impact areas and data models	2020	24
8	Trequattrini et al., 2022	Intangible asset management and digital transformation evidence from intellectual property rights intensive industries	2022	24
9	Oliveira, 2020	Digital twin development for airport management	2020	23
10	Ciliberti et al., 2021	Digital transformation paradigm for asset management in water distribution networks	2021	15
11	Xue et al., 2020	Asset management of oil and gas pipeline system based on digital twin	2020	4
12	Lafioune et al., 2024	Managing urban infrastructure asset in the digital era challenges of municipal digital transformation	2024	3

O Gráfico 9, ilustra a atividade de publicação dos autores mais relevantes ao longo do tempo. As linhas horizontais indicam o intervalo de tempo em que cada autor publicou, e os pontos ao longo dessas linhas representam os anos em que fizeram publicações. O tamanho de cada ponto reflete o número de artigos que o autor publicou num certo ano. A legenda relaciona o tamanho do ponto com a quantidade de artigos e a cor do ponto com as citações recebidas por ano, o que ajuda a perceber o impacto dessas publicações.

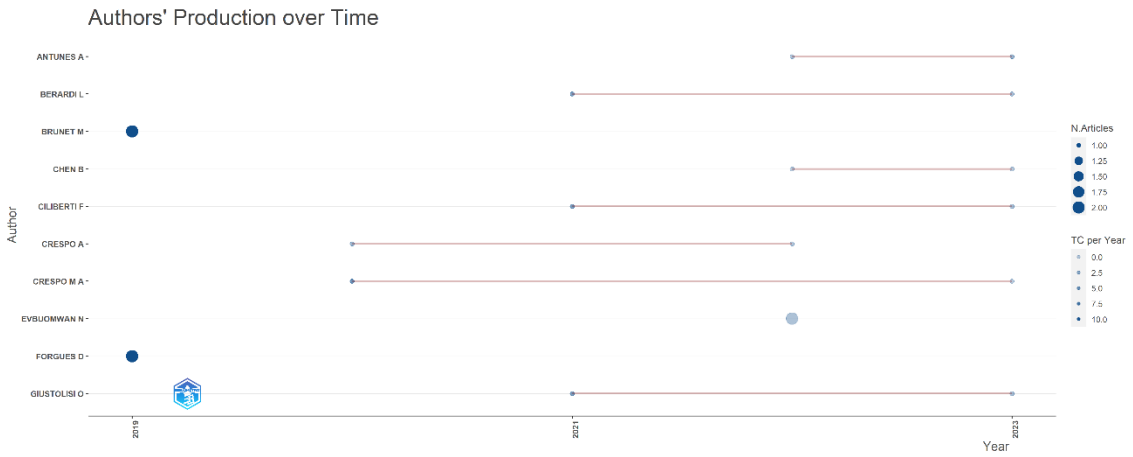


Gráfico 9 - Linha do Tempo da Produção Científica por Autor (Bibliometrix R).

3.4.1 Publicações e Autores mais Relevantes em Portugal

Da lista dos 105 artigos selecionados para esta análise, apenas 6 documentos são portugueses que abordam esta temática em conjunto com a Gestão de Ativos e a Transformação Digital, isso pode sugerir que há um campo de pesquisa com espaço para crescer em Portugal. O Gráfico 10 exibe um diagrama de dispersão, com o número de documentos publicados e os autores portugueses mais relevantes nos últimos anos, onde no eixo horizontal estão o número de citações e os autores no eixo vertical.

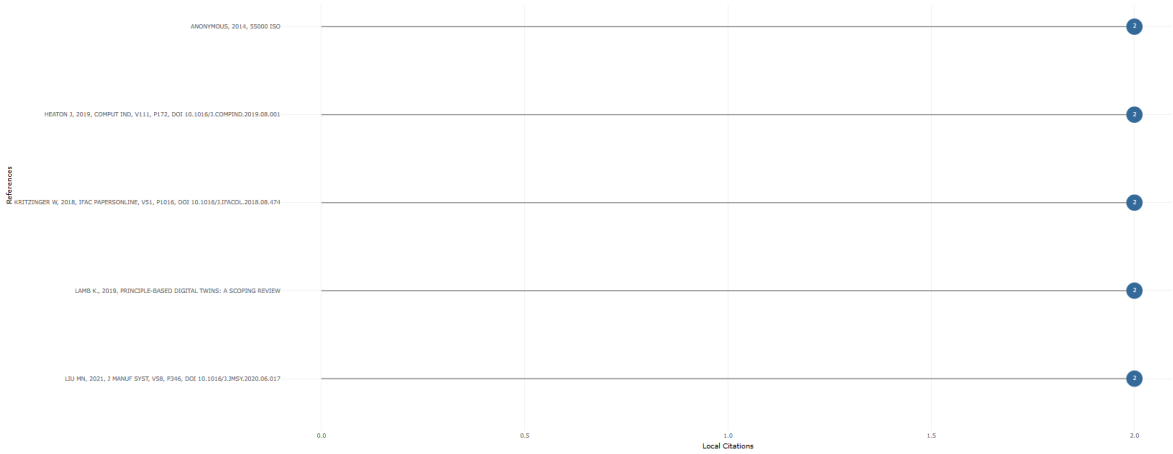


Gráfico 10 - Publicações mais Citadas em Portugal (Bibliometrix R).

Destacam-se os autores, Vieira et al. (2021), cuja produção sobressai significativamente, situando-se mais à direita no gráfico. Este dado sugere que tais autores poderão ser os mais produtivos ou influentes nesta área de estudo no contexto português. Os restantes autores demonstram uma produção mais homogénea, com exceção de alguns que exibem uma ligeira superioridade no número de documentos publicados, conforme ilustrado no Gráfico 11.

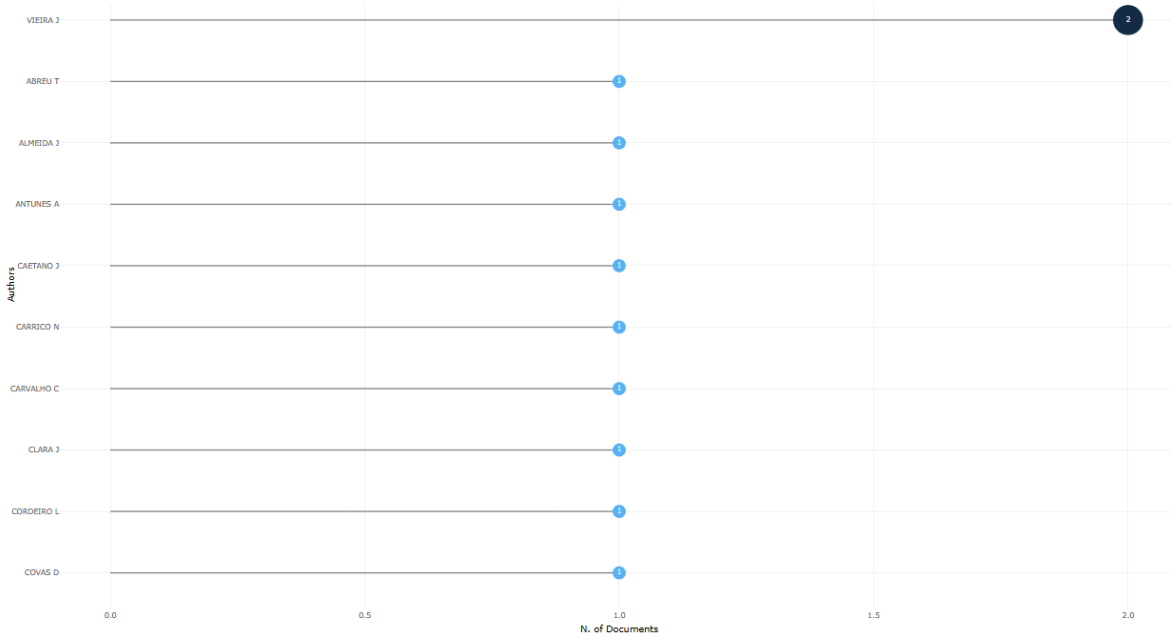


Gráfico 11 - Autores mais Relevantes em Portugal (Bibliometrix R).

3.5 Análise de Cocitações por Autor

Nesta análise, foram identificados 1402 autores co-citados, cada um com um mínimo de 3 co-citações. Entre esses, apenas 45 autores são co-citados pelo menos 3 vezes, e destes, apenas 34 estão interligados. O Gráfico 12 destaca as fontes mais frequentemente referenciadas, agrupadas em vários clusters de co-citação. Quando estas referências são citadas em conjunto, estabelecem uma rede de citações que revela linhas de pensamento partilhadas, permitindo a identificação de autores-chave em estudos co-citados.

Destacam-se cinco clusters principais, cada um representando o número de co-citações por autor. Por exemplo, no cluster da direita (verde) deste mapa, autores notáveis com o maior número de co-citações incluem Caradot, Liu, Wang, Yang, Yin, entre outros. Igualmente se verifica o número de co-citações no cluster central, representado a (amarelo) pelos autores Hijazi, Li, Mason, Nawari e Perera. Da mesma forma, nos clusters mais à esquerda (azul), é evidente que autores como Mosallam, Maletic, Crespo, Kagermann, entre outros, têm um maior número de co-citações. O cluster (vermelho) é representado pelos autores Almeida, Lamb, Massod, Yu, Eisenhardt, entre outros, com várias co-citações interligadas entre si. Finalmente, o cluster (roxo), constituído apenas por Bolton, Ellul e Iso, destaca-se com muitas co-citações.

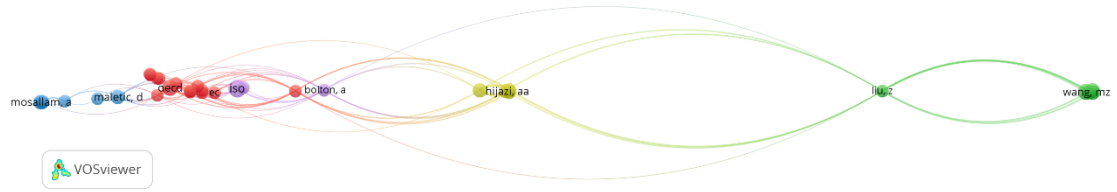


Gráfico 12 - Sobreposição da Rede com Clusters de Co-citações por Autor (VOSviewer).

3.6 Análise de Coocorrências de Palavras-chave a Nível Global

A Figura 11 ilustra o mapa de co-ocorrência, elaborado através dos softwares VOSviewer e Bibliometrix R, é uma representação gráfica que ilustra as conexões entre as palavras-chave usadas em pesquisas académicas. Das 758 palavras-chave frequentemente encontradas em títulos, resumos e palavras-chave dos artigos, 125 foram selecionadas por surgirem em conjunto pelo menos duas vezes.

Cada palavra-chave é simbolizada por um nó no mapa, sendo que o tamanho do círculo reflete a sua frequência de utilização. A proximidade entre dois círculos indica a força de co-ocorrência, isto é, com que regularidade as palavras são referidas em conjunto nos documentos estudados, as linhas unem as palavras que aparecem em conjunto frequentemente, e as cores podem diferenciar grupos de palavras ou áreas temáticas inter-relacionadas.

Este tipo de análise visual é benéfico para detetar tendências de correntes de pesquisa, interligações temáticas e áreas menos exploradas na literatura. Observando os termos mais centrais e de dimensão ampliada, como "asset management" que ocupa uma posição de destaque no gráfico, conclui-se que é um assunto bastante debatido e essencial na área de pesquisa relevante. Palavras como "information management", "internet of things", "cyber security" e "network security" também se destacam, apontando para subtemas significativos no domínio mais amplo da Gestão de Ativos.

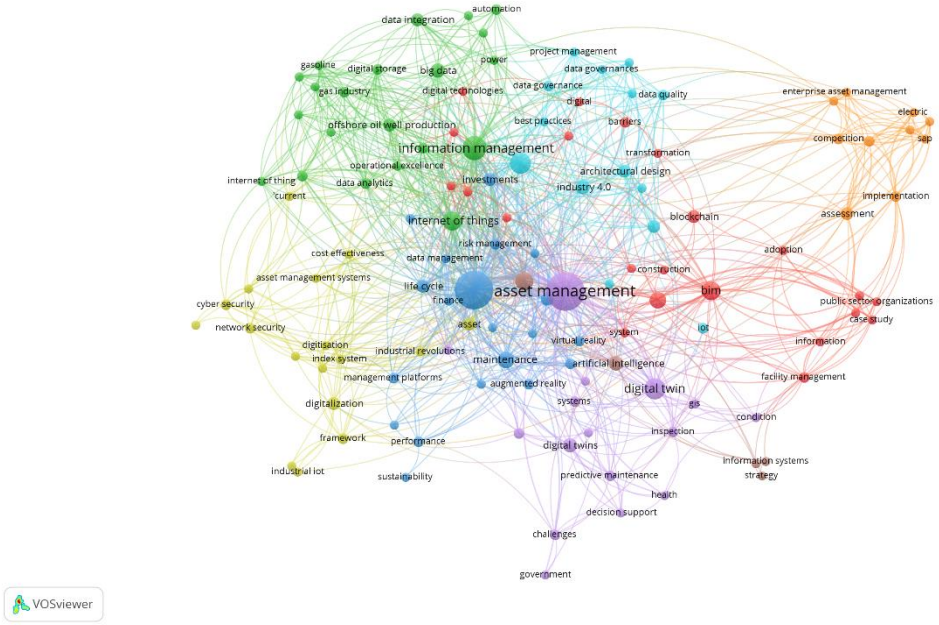


Figura 11 - Mapa de Palavras-chave (VOSviewer).

Este novo mapa de co-ocorrência, também produzido com o auxílio do software VOSviewer, concentra-se num subconjunto específico de palavras-chave dentro da pesquisa original que identificou 758 termos. Neste caso, o filtro foi aplicado para destacar apenas 14 palavras-chave que foram usadas pelo menos cinco vezes em títulos, resumos e como palavras-chave dos artigos analisados, conforme ilustra a Figura 12.

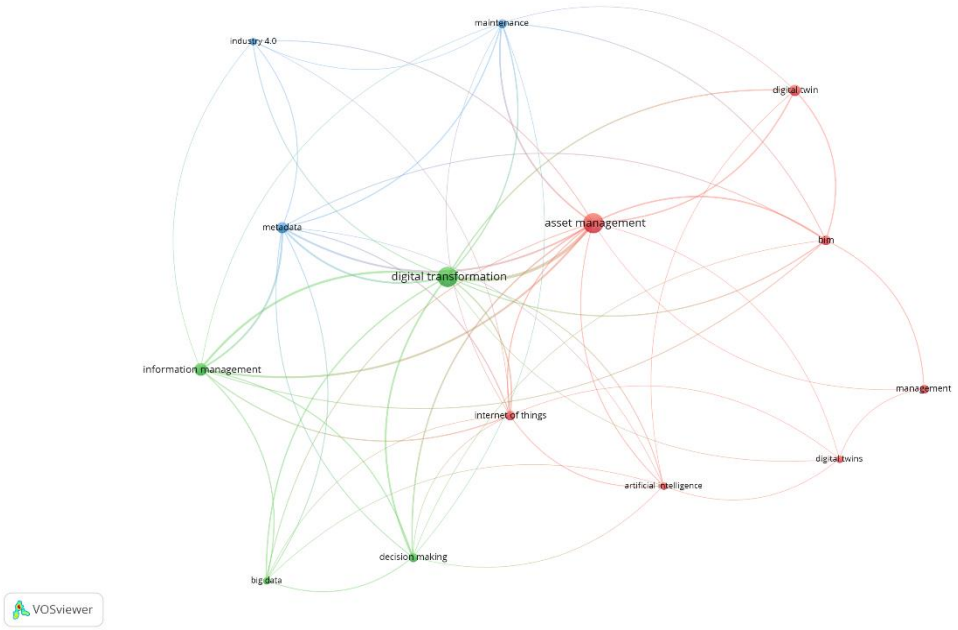


Figura 12 - Sobreposição da Rede de Co-ocorrências de Palavras-chave (VOSviewer).

As palavras-chave como "asset man agement", "digital transformation", e "information management" parecem estar entre as mais centrais e com maior tamanho, o que indica uma alta frequência e centralidade na pesquisa. Outros termos como "internet of things", "big data", "artificial intelligence" e "decision making" também são visíveis, o que sinaliza a sua relevância e possíveis ligações com os conceitos centrais.

As linhas entre as palavras representam as co-ocorrências, sugerindo que esses temas estão muitas vezes interligados em diversos artigos científicos. A distribuição das palavras e a espessura das linhas podem oferecer informações sobre como essas áreas de conhecimento estão inter-relacionadas. Por exemplo, uma linha espessa entre "digital transformation" e "industry 4.0" implicaria uma forte correlação entre estes temas na literatura. Pode observar este tipo de correlação entre: Asset Management e Information Management, Asset Management e Maintenance, Metadata e Information Management entre outras correlações que se podem perceber através da Figura 12.

As diferentes cores podem representar agrupamentos temáticos distintos, sugerindo que as palavras-chave dentro de cada cor são frequentemente discutidas em conjunto e podem representar subdomínios da área de estudo principal. A disposição espacial das palavras-chave e as linhas entre elas, neste tipo de mapas, permitem aos investigadores visualizar as conexões entre diferentes conceitos e identificar tendências dominantes e potenciais áreas para investigação futura.

3.6.1 Análise do Mapa de Nuvens de Palavras-chave

A Figura 13 representa o resultado de uma análise efetuada com o software Bibliometrix R, ilustrando uma nuvem de palavras onde as cores e as dimensões variadas destacam os termos mais frequentes no conjunto de dados examinado. As palavras que ocorrem com mais frequência são exibidas em tamanhos maiores, como "asset management", "digital transformation" e "information management". Diferentes cores podem ser utilizadas tanto para diferenciar grupos de palavras como para tornar a imagem mais apelativa visualmente. Este método facilita a identificação dos principais temas presentes na literatura ou na base de dados em análise. Palavras como "metadata", "decision making", "maintenance", "internet of things", "cyber security", e "data integration" aparecem em tamanhos menores, mas são ainda percetíveis, sugerindo uma ligação com áreas de tecnologia, negócios e gestão de ativos digitais. A presença de termos como "internet of things" e "cyber security" indica também um foco em tecnologias emergentes e segurança de informação.

Os investigadores recorrem frequentemente a estas palavras-chave, o que ajuda a compreender as tendências atuais de investigação, criando agrupamentos temáticos em que estas palavras atuam como elos de ligação entre os diferentes tópicos estudados.

Figura 13 - Mapa de Palavras-chave (Bibliometrix R).

A matriz do Gráfico 13, criada com o software Bibliometrix R, ajuda os investigadores a perceberem quais os temas mais falados e como estão a evoluir no mundo da investigação. A matriz mostra quais as áreas de estudo mais maduras e quais estão a ganhar importância, dando pistas sobre onde se deve investigar mais ou onde podem surgir novidades. Esta ferramenta é muito útil para planear o rumo da investigação e para entender melhor um certo campo científico.

As palavras-chave como "digital transformation", "big data", "cyber security", e "internet of things" estão localizadas no quadrante dos "Temas Básicos", o que indica que são temas de elevada centralidade e considerados fundamentais no campo em questão. Estes termos são frequentemente citados e formam a espinha dorsal da pesquisa na área, mostrando que são tópicos maduros e estabelecidos.

No quadrante dos "Temas Niche" (Nicho), observa-se termos como "sustainable development" e "architectural design", que, apesar de serem menos centrais, têm um desenvolvimento significativo, o que sugere que são áreas especializadas dentro do campo e podem representar campos de estudo consolidados, mas com um foco mais específico.

Os termos "augmented reality", "performance", e "maintenance management" aparecem no quadrante dos "Temas Emergentes ou Declinantes". Estes temas têm uma centralidade menor e um desenvolvimento menos denso. Isso pode indicar que são áreas novas de pesquisa que estão a começar a ganhar atenção ou que estão em declínio após um período de interesse.

Por último, não parece haver termos no quadrante dos "Temas Emergentes", para além do "systems", o que normalmente indica temas com baixo desenvolvimento, mas com crescente relevância.

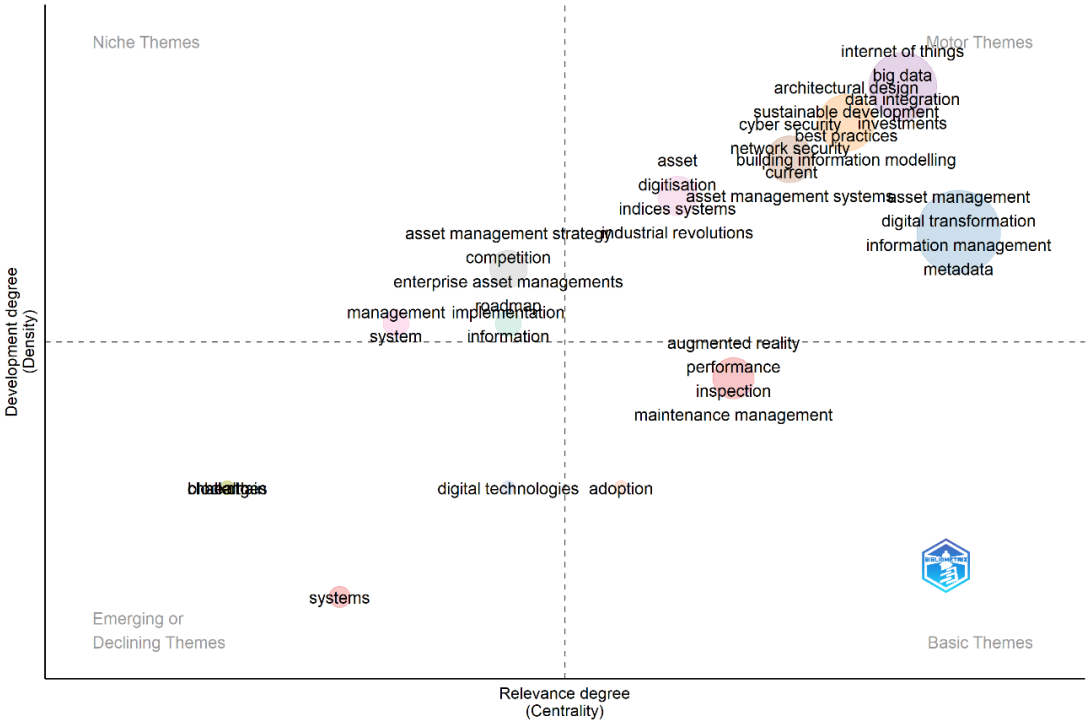


Gráfico 13 - Gráfico de Quadrantes (Bibliometrix R).

3.7 Análise de Coocorrências de Palavras-Chave em Portugal

O mapa de coocorrência, elaborado através dos softwares VOSviewer é uma representação gráfica que ilustra as conexões entre as palavras-chave usadas em pesquisas académicas, neste caso apenas em estudos realizados por portugueses. Foi produzido mediante a análise de informação recolhida das bases de dados Scopus e Web of Science. Das 56 palavras-chave frequentemente encontradas em títulos, resumos e como palavras-chave dos artigos, 37 foram selecionadas por surgirem num conjunto pelo menos duas vezes.

Na Figura 14, observa-se um núcleo central "gestão de ativos", destacando-se como tema proeminente. Em torno deste núcleo, múltiplos pontos estão interligados através de linhas, evidenciando a sua conexão com o tema da gestão de ativos. À esquerda do núcleo principal, uma série de pontos interconectados são notados, aparentando estar relacionados com aspetos técnicos ou de infraestrutura, como "transformação digital". Tal configuração pode indicar a existência de um debate ou corpo de pesquisa que relaciona a gestão de ativos com a modernização da infraestrutura.

No segmento direito, os pontos concentram-se em temáticas de segurança, incorporando termos como "cibersegurança" e "segurança de localização interna". Esta área sugere uma investigação das problemáticas de segurança inerentes à gestão de ativos, com um enfoque particular em tecnologia e segurança cibernética.

A gradiente de cores situada na parte inferior da imagem transita do azul-claro ao amarelo, correspondendo ao período de 2020 a 2023. Esta característica implica que a imagem mapeia a trajetória ou o aparecimento de diferentes temáticas ao longo do tempo.

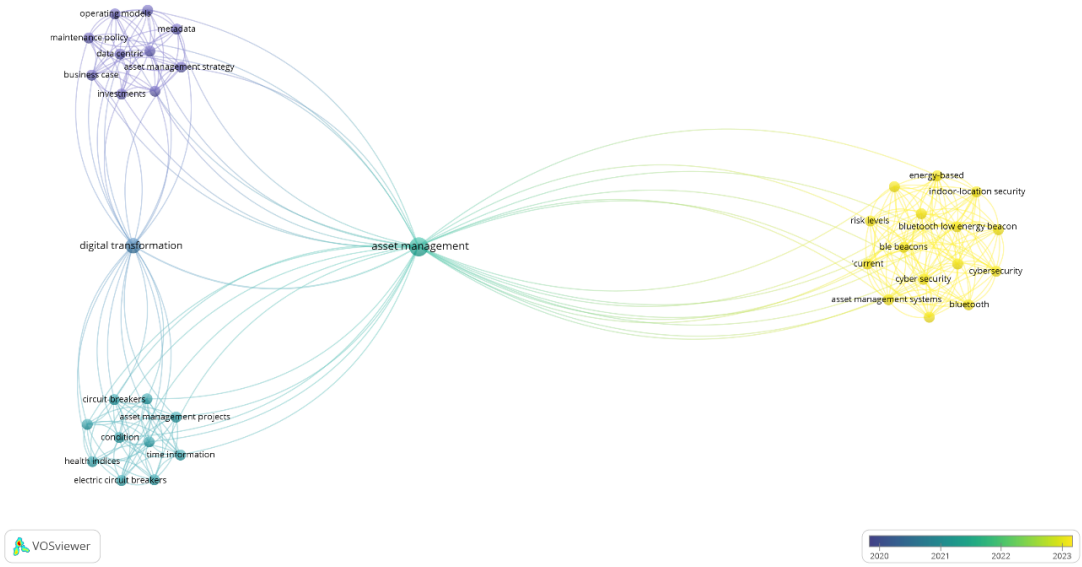


Figura 14 - Mapa de Coocorrências de Palavras-chave de Estudos Portugueses, (VOSviewer).

3.8 Análise de Cocitações por Autor em Portugal

A Figura 15 mostra um mapa de rede de citações entre autores, elaborado pelo VOSviewer, uma aplicação habitual em estudos bibliométricos para expor colaborações e citações no contexto académico.

Os "nós" representam autores, ligados por linhas que simbolizam as citações recíprocas. A frequência de ligações entre os nós pode indicar a intensidade das colaborações ou a quantidade de citações. Autores com mais ligações são geralmente mais citados e considerados centrais na área de investigação. A configuração dos "nós" pode revelar grupos ou comunidades de investigação que se citam mutuamente com regularidade.

Distinguem-se diferentes cores nos nós e linhas, aparentemente para diferenciar agrupamentos de autores com mais interações entre si. O verde sinaliza um grupo, e o vermelho, outro. Considerando que se afirmou que de 150 autores, apenas 25 são citados pelo menos duas vezes, estes podem corresponder aos nós mais salientes ou com mais ligações.

Os "nós" de maior tamanho ou mais proeminentes tendem a representar autores mais citados. Observando a Figura 15, é possível deduzir quais autores são mais influentes ou centrais na rede, pelo seu tamanho e número de conexões.

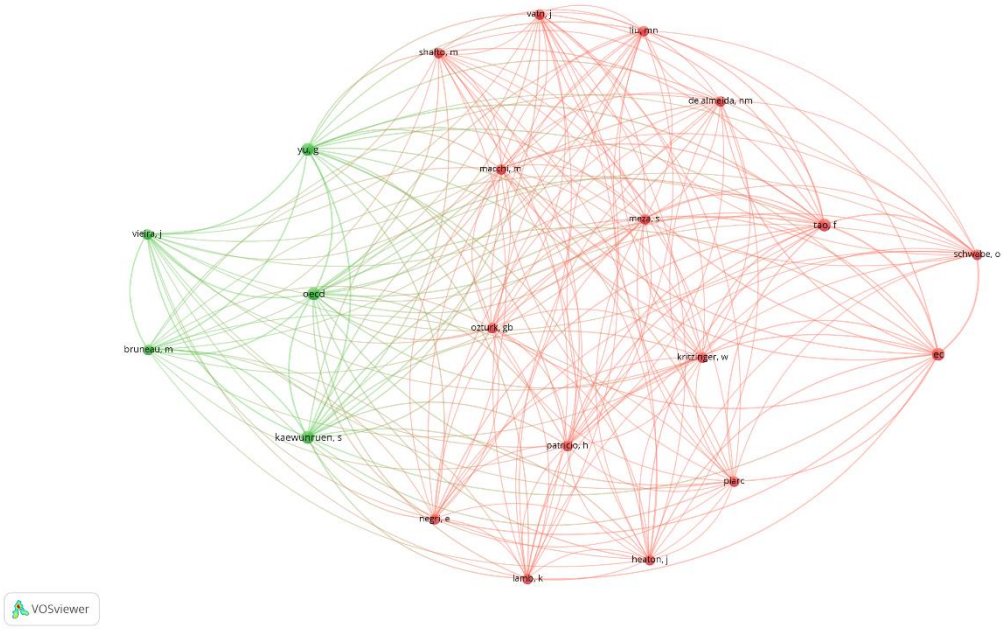


Figura 15 - Mapa de Cocitações entre Autores em Estudos de Portugueses (VOSviewer).

3.9 Conclusão da Análise Bibliometrica

Com os avanços tecnológicos, foram surgindo novos temas alvos de pesquisa e de estudos como a digitalização. Esta está cada vez mais integrada tanto no dia a dia das pessoas como também no meio industrial. Outro tema atualmente também muito abordado é a gestão de ativos, no qual, cada vez mais, há novas formas de gestão e de otimização.

Com este estudo bibliográfico foi percetível que existem em abundância publicações sobre os temas pesquisados. Atualmente existem normas referentes â gestão de ativos, como também formas de proceder a uma análise da sua maturidade. A Tecnologia está sempre em constante crescimento, abrangendo, cada vez mais, diversas áreas. Com a pesquisa realizada é notório que a tecnologia foi sendo integrada na indústria ao longo dos anos, abrangendo diferentes áreas, sendo a gestão uma delas. De momento já existem diversos softwares de gestão, que têm opções de gestão de ativos.

Desta forma torna-se importante fazer um estudo, a nível nacional, para se conseguir entender quais os tipos de empresas têm integrada a gestão de ativos, e de que forma a tecnologia está presente nessa gestão.

Esta análise permite elaborar com mais rigor a investigação através de questionário, de forma a perceber que empresas fazem gestão de ativos, se essa gestão segue a norma ISO 55001 e perceber de que forma a tecnologia incorpora esses processos de gestão.

O presente estudo permitiu constatar que existe uma tendência ascendente na produção científica de Portugal, entre 2020 e 2023, relacionada com setores emergentes, como a Gestão de Ativos e a Transformação Digital.

O artigo também a apresenta uma análise a distribuição das publicações mais citadas por país. Deste modo, verificou-se que a Turquia se destaca com um elevado número de publicações citadas, seguida pelo Reino Unido, Austrália, Itália, Finlândia, Canadá, Holanda, Índia e Portugal.

Com este estudo bibliográfico foi percetível que existem em abundância publicações sobre os temas pesquisados em língua portuguesa. Não sendo possível o acesso à grande maioria, no que respeita a digitalização/transformação digital a consulta a publicações tornou-se mais pobre em comparação com a da gestão de ativos.

Da lista dos 105 artigos selecionados para esta análise, apenas 6 documentos são portugueses que abordam esta temática em conjunto com a Gestão de Ativos e a Transformação Digital, no caso das publicações referentes à gestão de ativos e a digitalização/transformação digital, foi possível selecionar dois artigos dentro dos que conseguimos ter acesso livre, sendo estes dois os únicos com relevância ao estudo bibliográfico em questão, isso pode sugerir que há um campo de pesquisa com espaço para crescer em Portugal.

4 MODIFICAÇÃO DO MÉTODO DELPHI

Na elaboração de um questionário, por vezes, surge a incerteza quanto à sua formulação correta, à disposição adequada das perguntas, à obtenção dos resultados desejados e à compreensão clara do objetivo pelo público-alvo. Para enfrentar essas questões, existem métodos e técnicas de avaliação de questionários, sendo um deles o método Delphi. Este método consiste na avaliação da relevância das perguntas por especialistas na área.

O presente trabalho propõe a utilização do Método Delphi de forma modificada para avaliar um questionário relacionado com a Transformação Digital na Gestão de Ativos, aplicando-o posteriormente à indústria portuguesa. Este trabalho permitirá, no futuro, avaliar os diferentes níveis de maturidade da Gestão de Ativos das empresas industriais portuguesas, utilizando o modelo do Institute of Asset Management (IAM, 2015) e correlacionar os diferentes níveis de maturidade digital dessas mesmas empresas, obtidos por Guimarães et al. (2023).

4.1 Revisão da Literatura

4.1.1 Método Delphi

O método Delphi surgiu como resposta às limitações dos métodos tradicionais utilizados para obter a opinião de grupos no desenvolvimento de políticas, sendo fundado na premissa de que as previsões de grupo não estruturadas e presenciais eram menos eficazes do que as previsões estatísticas individuais. O método Delphi original foi desenvolvido durante a década de 1950 por Olaf Helmer, Norman Dalkey e Nicholas Rescher, da Rand Corporation, com o objetivo de prever o impacto da tecnologia na guerra (Trevelyan e Robinson, 2015). O objetivo foi desenvolver uma técnica para obter um conjunto de opiniões que resultassem num consenso mais fiável de um grupo de especialistas (Okoli e Pawlowski, 2004).

O método Delphi pode ser caracterizado como uma técnica utilizada para estruturar um processo de comunicação em grupo, com o objetivo de garantir que a eficácia desse processo permita que um grupo de indivíduos ultrapasse um determinado problema (Okoli e Pawlowski, 2004). Quando utilizado em processos de validação de objetos de estudo, o método consiste na recolha de dados para a construção de um consenso de um grupo de peritos de uma ou várias áreas. Este processo é realizado em várias rondas, com o intuito de avaliar um problema específico ou propostas de resolução que necessitem de apreciação. A participação dos peritos é mantida em anonimato, assim como as suas respostas, permitindo que expressem opiniões pessoais e forneçam feedbacks sem o risco de exposição (Zarili et al., 2021). Okoli e Pawlowski (2004) sugerem que o número ideal de especialistas para a aplicação deste método varia entre 10 e 18, não devendo ultrapassar 30 participantes.

Segundo Zarili et al. (2021), no método Delphi clássico, o número de rondas é determinado pela obtenção de um consenso entre os peritos no final das rondas, através da eliminação ou reformulação de determinadas discordâncias. Este método Delphi é utilizado na realização de questionários, onde cada questionário representa uma ronda distinta, conforme ilustra a Figura 16. Em cada ronda, os peritos respondem a um conjunto de perguntas, classificando as propostas por ordem de importância. Após esta fase, os peritos podem sugerir novas propostas, que serão incluídas na ronda seguinte. Concluída a primeira ronda, os especialistas têm acesso aos resultados consolidados. Realiza-se então uma segunda ronda, na qual os peritos voltam a classificar as propostas, incluindo as originais quanto as novas sugestões. Este processo é repetido até que se atinja um consenso razoável ou se conclua que é impossível alcançar um consenso. O questionário pode iniciar-se com uma lista pré-definida de propostas, ou os peritos podem sugerir propostas relevantes. Na sua forma clássica, as propostas são apresentadas aos peritos, que as ordenam por importância (Lilja et al., 2011; Marques e Freitas, 2018).

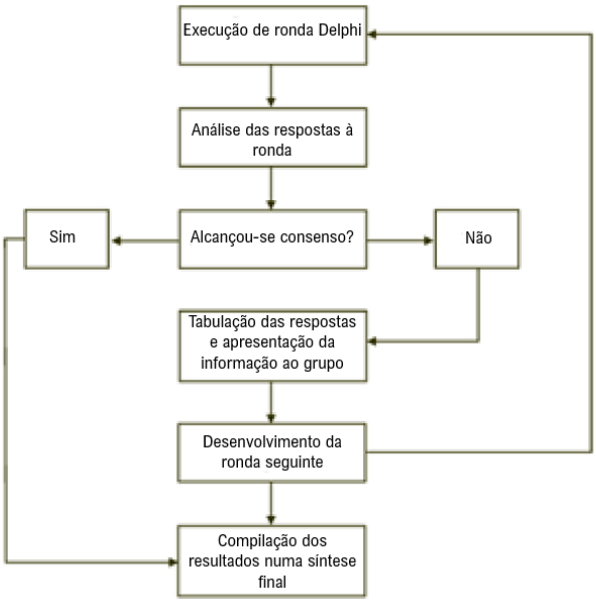


Figura 16 - Método Delphi Clássico, Adaptado de Moreira (2010).

Este método é considerado uma metodologia adequada para situações em que há falta de acordo, conhecimento incompleto, incerteza ou ausência de evidências sobre o objeto de estudo. Esta técnica não pretende substituir procedimentos estatísticos ou baseados em modelos, mas sim ser utilizada em contextos onde os métodos estatísticos não são práticos ou viáveis (Trevelyan e Robinson, 2015).

4.2 Metodologia

4.2.1 Recolha de Dados

Os dados recolhidos neste estudo envolveram uma estratégia iterativa de apenas uma ronda, realizada em Portugal entre o período de janeiro e março de 2023. Esta técnica foi concebida para transformar as opiniões de especialistas num consenso de grupo (Hasson et al., 2000; Donohoe et al., 2012; Niederberger e Spranger, 2020).

Esta investigação permitiu desenvolver um modelo de questionário, utilizando a ferramenta Microsoft Excel 2016, composto por 15 perguntas incluindo as alíneas (ver Anexo A), com o objetivo de analisar de que forma as novas tecnologias estão integradas na gestão de ativos na indústria nacional. Este questionário abrange diversos tópicos e áreas, tendo em consideração a possibilidade de profissionais de diferentes setores dentro da mesma empresa terem perspetivas distintas e, consequentemente, fornecerem respostas diferentes ao mesmo tipo de questionário.

As perguntas do questionário são em formato de escolha múltipla, com exceção da primeira, que tem como objetivo identificar a função do profissional que irá responder. As restantes perguntas visam avaliar se a empresa pratica a gestão de ativos, se possui certificação NP EN 55001, e se exploram as perceções sobre os níveis de maturidade e a integração da tecnologia na gestão de ativos.

4.2.2 Seleção dos Peritos

Para a seleção dos peritos encarregados de analisar o questionário, foram considerados os seguintes critérios: área de especialização, investigação e trabalhos realizados em gestão de ativos e transformação digital, formação académica e setor de atuação. Após uma cuidadosa ponderação e análise de vários candidatos, 25 peritos foram selecionados por exclusão de partes.

Dos peritos escolhidos, 39% possuem doutoramento, enquanto 61% possuem mestrado, abrangendo áreas como Engenharia Mecânica (68%), Engenharia Eletrotécnica (16%), Engenharia Informática (3%) e Engenharia Civil (13%). Estes peritos têm experiência na área e realizaram trabalhos académicos relacionados à gestão de ativos e à transformação digital.

Com o objetivo de obter diferentes opiniões e perspetivas, optou-se por selecionar peritos com atividades no meio industrial (50%), académico (37%) e em associações e laboratórios de pesquisa (13%).

4.2.3 Aplicação do Método Delphi

Esta técnica oferece uma abordagem sistemática e estruturada para incorporar as perspetivas dos especialistas (ou seja, intervenientes na área de Engenharia e Gestão) (Donohoe et al., 2012; Toronto, 2017), mantendo o anonimato (Hasson et al., 2000;

Niederberger e Spranger, 2020; Spranger et al., 2022) e evitando associações ou interações influentes (Toronto, 2017).

A utilização da técnica Delphi tem vantagens que podem superar algumas limitações de outros métodos de pesquisa. Por exemplo, as iterações nas respostas permitem aos membros do painel de especialistas alterar as suas opiniões em rondas subsequentes, e as respostas estatísticas do grupo fornecem um resumo da resposta global do grupo (Keeney et al., 2011).

Procedeu-se à compilação de uma lista de potenciais peritos nas áreas de gestão de ativos e transformação digital. A partir dessa lista, foram selecionados 25 peritos com experiência e atuação nessas áreas específicas. O questionário desenvolvido foi então enviado a esses peritos por e-mail, com o objetivo de solicitar uma análise e feedback detalhado do mesmo.

Dado que a análise deste método é relativamente complexa e demorada para um pequeno questionário, como é o caso, optou-se pela sua modificação, consistindo na realização de apenas uma ronda de avaliação. Assim, em vez de ser solicitado aos peritos que ordenassem as perguntas por ordem de importância, a modificação do método consistiu na sua simplificação, propondo-se apenas que os peritos avaliassem cada uma das perguntas utilizando uma escala de Likert de 1 a 5, sendo "1 – Nada relevante" e "5 – Extremamente relevante", indicando a relevância de cada pergunta no contexto do questionário. Comentários e observações adicionais sobre o questionário foram também incluídos. A análise das respostas dos peritos envolveu o cálculo da média e do desvio padrão dos valores de relevância atribuídos às perguntas, permitindo aferir a sua relevância no questionário. Em termos práticos, os peritos receberam a versão inicial do questionário em formato Excel, contendo uma tabela para atribuir uma pontuação de 1 a 5 a cada pergunta, com base na sua relevância para o objetivo principal do questionário. Além disso, foi disponibilizada uma secção dedicada a análises críticas e comentários sobre as perguntas.

Esta técnica, quando utilizada neste formato e aplicada a pequenos questionários, oferece a possibilidade, àqueles que necessitam de uma opinião mais fundamentada na formulação de um questionário, de obter não só a opinião de peritos da área, como também perceber se determinada pergunta deve ou não estar presente no questionário, ou se necessita de alterações.

Após a análise, os peritos enviaram os seus comentários sobre as perguntas do questionário original. Posteriormente, foi criado um ficheiro Excel para compilar e analisar as respostas obtidas dos peritos. Neste processo, foram realizados cálculos como a média das respostas e o desvio padrão, além da elaboração de tabelas e gráficos para uma análise mais aprofundada e fundamentada dos resultados obtidos

4.3 Resultados e Discussões

4.3.1 Análises das Respostas pelos Peritos

Após o prazo proposto aos peritos, foi recebido por e-mail o questionário em formato Excel, previamente enviado, já acompanhado da respetiva avaliação e comentários de cada perito. No total, foram obtidas 16 respostas relativas à classificação da relevância de cada pergunta, assim como 18 comentários que abordavam tanto perguntas específicas como considerações gerais sobre o questionário.

Através da recolha e análise de todas as respostas, referentes à avaliação numa escala de 1 a 5 na escala de Likert, calculou-se a média e o desvio padrão. Os resultados estão apresentados na Tabela 3 e no Gráfico 14, onde constam o número de cada pergunta e os valores correspondentes após o tratamento dos dados no Excel.

Com base nos dados compilados na Tabela 3, observa-se que a média da relevância das perguntas é superior a 4, com exceção da primeira, que apresenta uma média de 3,7, indicando alguma divergência na identificação da função desempenhada pelos respondentes.

Tabela 3 - Respostas dos Peritos.

Pergunta	Média	Desvio
1	3,70	1,37
2	4,90	0,34
3	4,60	0,72
4	4,90	0,34
5	4,50	0,62
6	4,80	0,40
7	4,50	0,50
8	4,60	0,51
9	4,20	0,82
10	4,11	0,74
11.a)	4,31	0,89
11.b)	4,75	0,40
11.c)	4,75	0,40
11.d)	4,50	1,02
11.e)	4,42	0,96

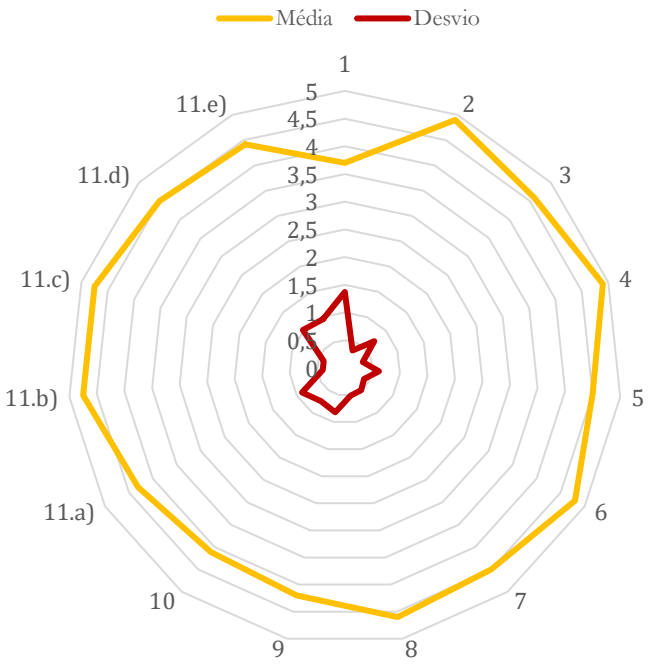


Gráfico 14 - Mapa Radar das Respostas dos Peritos.

A maioria dos peritos não só classificou a relevância das perguntas, mas também forneceu comentários adicionais. Destaca-se que as perguntas 6, 7, 9 e 10 receberam o maior número de comentários, sendo o perito número 13 o que mais contribuiu com comentários às perguntas. Embora seis peritos tenham oferecido um comentário geral sobre o questionário, é relevante mencionar que apenas as perguntas 11b) e 11c) não suscitaram qualquer comentário.

Ao analisar os comentários por pergunta, verifica-se que, em grande parte, as perspetivas e opiniões convergem quanto possíveis melhorias nas questões. Este padrão sugere que o questionário estava inicialmente bem estruturado, sendo que uma única aplicação do método Delphi foi esclarecedora o suficiente. Dada a natureza do questionário, esta versão adaptada do método Delphi revelou-se adequada para a revisão das perguntas, proporcionando uma visão dos especialistas sobre como aprimorá-lo para a aplicação final.

4.3.2 Estatística de Teste

Para realizar a análise estatística, recorreu-se ao software IBM SPSS Statistics 26, optando-se por empregar um método não paramétrico, nomeadamente o teste de Kruskal-Wallis. Este teste é utilizado para comparar duas ou mais amostras independentes e serve como equivalente não paramétrico da ANOVA. Embora a recolha de dados permita uma variedade de análises, este artigo aborda apenas um subconjunto delas, fornecendo um tratamento geral dos dados.

A Tabela 4 resume os resultados do Teste de Kruskal-Wallis. Este teste é frequentemente utilizado na comparação de três ou mais amostras, com o objetivo de verificar se existem diferenças significativas entre elas. Neste contexto, utilizou-se este teste para avaliar se havia alguma relação entre as avaliações dos peritos e o setor em que estes atuam (meio Académico, Indústria e Associação/Laboratório).

Após a análise do Teste de Kruskal-Wallis, não foram encontradas diferenças significativas entre os peritos dos diferentes setores atuantes, nomeadamente (industrial, académico, associações e laboratórios de pesquisa) em relação ao nível de relevância atribuído a cada pergunta no questionário ($p>0,05$), possivelmente devido ao reduzido número de amostras. A única exceção foi uma discrepância mais notória nos valores de relevância atribuídos pelos peritos às perguntas 4, 5 e 7, com os valores de 3,000, 3,813 e 4,600, respetivamente.

Tabela 4 - Resultados do Teste a,b Kruskal-Wallis.

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11.a)**	**11.b**	**11.c)**	**11.d)**	**11.e)**
H de Kruskal-Wallis	2,144	1,286	2,250	3,000	3,813	1,769	4,600	0,143	0,999	1,698	0,953	0,538	0,538	0,643	0,643
df	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Significância Sig.	0,342	0,526	0,325	0,223	0,149	0,413	0,100*	0,931	0,607	0,428	0,621	0,764	0,764	0,725	0,725

a. Teste Kruskal Wallis. *p< 0.1 **p<0.05 ***p<0.1
b. Variável de Agrupamento: Formação Académica.

4.4 Discussão

A modificação do método Delphi para aplicação num questionário sobre Transformação Digital na Gestão de Ativos trouxe vantagens e desafios que merecem reflexão. A decisão de realizar apenas uma ronda de avaliação revelou-se benéfica em termos de simplicidade e eficiência do processo, permitindo uma rápida recolha de dados e uma resposta mais célere dos especialistas, com uma taxa de resposta de 72%. A utilização de uma escala de Likert de 1 a 5 facilitou a quantificação da relevância das perguntas, possibilitando uma análise estatística robusta. Além disso, os comentários qualitativos fornecidos pelos especialistas ofereceram informações valiosas para a melhoria das perguntas e do questionário como um todo. As perguntas que receberam as melhores classificações (média superior a 4) indicam que os tópicos abordados eram pertinentes e bem formulados, reforçando a validade do questionário.

No entanto, o número limitado de rondas também restringiu a profundidade da análise. Num método Delphi tradicional, múltiplas rondas permitem um refinamento contínuo das perguntas e uma maior oportunidade para os especialistas reverem e ajustarem as suas respostas. Algumas discrepâncias significativas nas avaliações, especialmente nas perguntas 6, 7, 9 e 10, sugerem que estas áreas

poderiam ser mais suscetíveis a divergências ou apresentarem maior complexidade. A análise e a integração dos comentários qualitativos requerem uma abordagem cuidadosa, para garantir que todas as sugestões e críticas sejam devidamente consideradas, o que pode ser um desafio.

4.5 Conclusão da Aplicação do Método Delphi

Com o progresso tecnológico, novos temas de estudo têm emergido, como a digitalização, que se integra cada vez mais tanto na vida quotidiana das pessoas como no meio industrial. Outro tema amplamente debatido atualmente é a Gestão de Ativos, onde constantemente surgem novas formas de gestão e controlo.

A metodologia utilizada, uma adaptação do método Delphi, revelou-se plenamente justificada pela resposta e interação dos peritos quando solicitados a avaliar e comentar sobre o questionário. A simplificação e adaptação do método alinharam-se com o propósito do questionário, que visava formular um conjunto breve de perguntas simples e diretas, permitindo de forma rápida e sucinta obter uma perspetiva clara sobre a interação entre a gestão de ativos e a digitalização, bem como sobre as tendências e o futuro destes temas nas empresas industriais.

O estudo permitiu identificar as perguntas consideradas mais relevantes na opinião dos peritos. Notavelmente, a pergunta número 2 (A empresa tem implementado um sistema de gestão de ativos?) e a pergunta 4 (Qual o nível de maturidade em que a empresa se encontra em relação à gestão de ativos?) destacaram-se como as mais significativas, segundo a opinião dos peritos. Por fim, utilizando o teste H de Kruskal-Wallis, concluiu-se que não existe uma relação entre o setor em que os peritos atuam e as suas respostas ao questionário.

O trabalho também sugeriu a aplicação de uma adaptação dos modelos de níveis de maturidade digital para avaliar a sua correlação e interação com os meios industriais. Esta abordagem resultou numa análise com resultados bastante interessantes e motivadores para investigações futuras. Isso permitirá que os autores avancem com um questionário devidamente aprimorado, destinado a um amplo número de empresas industriais em Portugal, possibilitando ainda a replicação deste estudo em organizações de outros países.

A modificação do método Delphi demonstrou ser uma abordagem válida para a criação e validação de um questionário sobre Transformação Digital na Gestão de Ativos. No entanto, para futuros estudos, pode ser benéfico considerar um equilíbrio entre a eficiência de uma única ronda e a profundidade de múltiplas rondas. Adicionalmente, a implementação de técnicas de análise qualitativa mais sofisticadas poderá ajudar a integrar de forma mais eficaz os comentários dos especialistas.

Além disso, a diversidade de setores e perfis dos especialistas envolvidos contribuiu para uma visão abrangente, contudo, futuras pesquisas poderiam explorar a

segmentação mais detalhada das respostas por setor, a fim de identificar variações específicas. A continuidade deste trabalho permitirá a aplicação prática do questionário a um maior número de empresas, proporcionando uma compreensão mais ampla das tendências e desafios na Transformação Digital e na Gestão de Ativos.

5 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIOS E ANALISE DE RESULTADOS

5.1 Introdução à Análise de Resultados

O questionário elaborado no capítulo 4, com 15 perguntas (Incluindo as alíneas), foi desenvolvido de forma digital usando o software Typeform, que permite que tenha um design gráfico muito apelativo e fácil de interagir. O questionário na sua forma final pode ser visto no Anexo A. De seguida, foi escolhido o tipo de indústrias e público que se queria para alvo do estudo: pretendeu-se abraçar a indústria automóvel da região centro/Viseu e indústria nacional. Relativamente ao perfil dos respondentes, pretendeu-se que fossem das áreas de gestão de topo, gestão da produção/operações, manutenção, qualidade e sistemas de informação. O envio para os diversos profissionais com papeis e funções dentro das empresas nacionais, foi feito de forma personalizada, explicando que o com o objetivo do estudo de perceber a integração das novas tecnologias na Gestão de Ativos. Obteve-se 50 respostas, contudo apenas 32 forneceram a informação da função que desempenham.

Nas seguintes tabelas, estão descritas as funções desempenhadas pelos profissionais das empresas que foram alvo do questionário, e também o número de profissionais de cada tipo de empresa.

Tabela 5 - Funções dos Profissionais na Empresa

Funções nas Empresas	
Produção/Operação	12
Gestão	4
Manutenção	9
Sistemas de informação	7
Sem Designação de Funções	17
Total	49

Como podemos ver pela Tabela 5, existe uma divisão homogénea entre as áreas de operação, manutenção e sistemas de informação. O tema do estudo, DX e GA é bastante transversal em muitos departamentos da empresa.

Tabela 6 - Caracterização do Sector das Empresas

Área de atuação das Empresas	
Automóvel	10
Ind. Transformadora	18
Outras	21
Total	49

Como se pode ver na Tabela 6, temos um grupo bem definido do sector automóvel (montagem e produção de componentes), mas o maior é a indústria transformadora. Ambos se caracterizam por ser de média/grande dimensão e com um número significativo de ativos críticos e de elevado valor.

5.2 Análise dos Resultados do Questionário

Depois da obtenção de todas as respostas, foi descarregado um ficheiro Excel com todas as respostas dos profissionais envolvidos. Esse mesmo ficheiro foi analisado e formatado, de forma a facilitar a análise das respostas. Seguidamente foram tratados os dados, sendo elaborados gráficos e tabelas para fundamentar a análise.

5.3 Sistema de Gestão de Ativos (SGA)

Como elementos essenciais da maioria das empresas, os ativos necessitam de ser geridos, para esse efeito, as empresas adotam sistemas de gestão de ativos. Para certificação desses mesmos sistemas de gestão de ativos, existe a Norma ISO 55001, contudo a grande maioria das empresas em Portugal, mesmo tendo um sistema de gestão de ativos, não são certificadas pela ISO 55001.

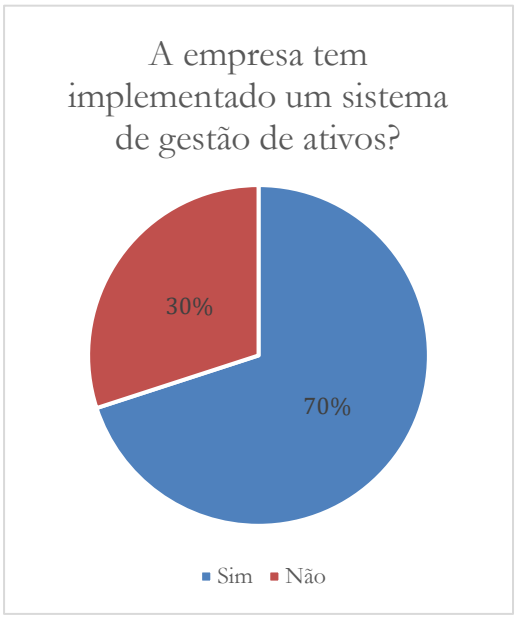


Gráfico 16 - Sistema de Gestão de Ativos

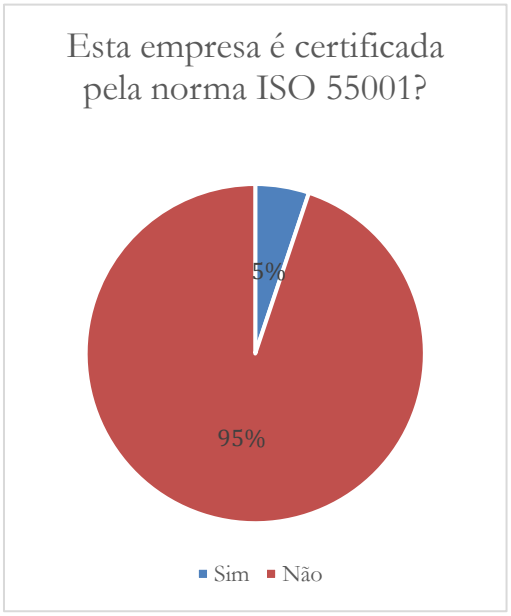


Gráfico 15 - Certificação pela ISO 55001

Através da interpretação dos Gráfico 15 e Gráfico 16, percebe-se que, das empresas portuguesas em estudo, 70% têm implementado um sistema de gestão de ativos, e apenas 5% são certificadas pela ISO 55001.

5.3.1 SGA na Indústria do Ramo Automóvel

As empresas do ramo Automóvel, são empresas que necessitam dum elevado número de ativos para produção, sendo para o efeito, uma mais-valia a utilização de um Sistema de Gestão de Ativos (SGA).

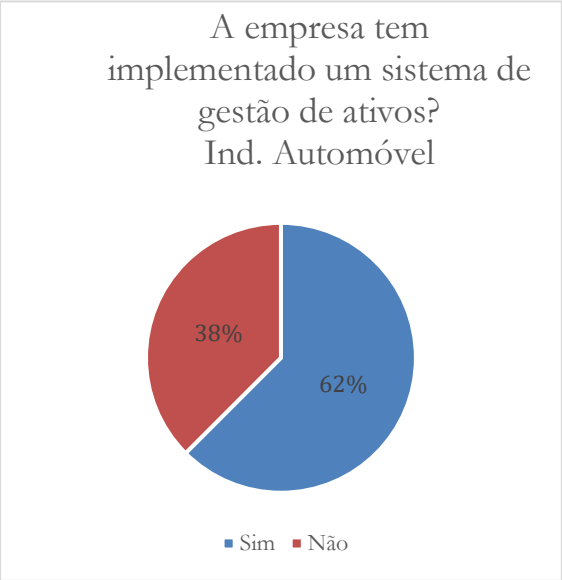


Gráfico 18 - Sistema de Gestão de Ativos na Indústria Automóvel

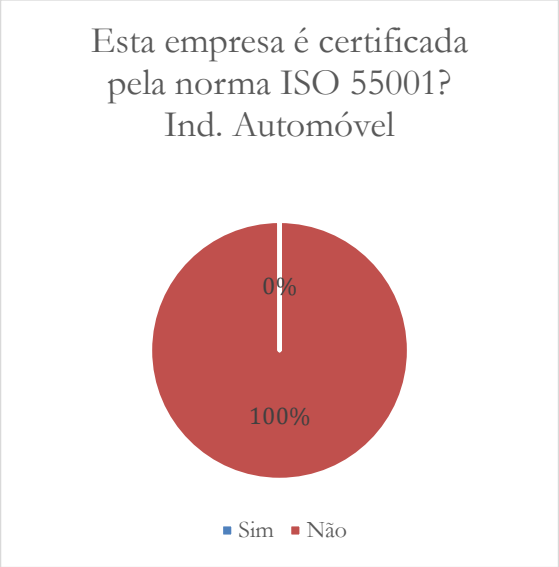


Gráfico 17 - Certificação pela ISO 55001 na Indústria Automóvel

Analisando os Gráfico 17 e Gráfico 18, reforça-se a ideia da utilização de um sistema de gestão de ativos na indústria automóvel tem um papel determinante, sendo que 62% das empresas em estudo do ramo automóvel já têm implementado um SGA, não sendo nenhuma destas empresas certificada pela ISO 55001.

5.3.2 Sistema de Gestão de Ativos (SGA) na Indústria Transformadora

No caso da Indústria Transformadora, são também empresas que, na maioria dos casos, necessitam também dum elevado número de ativos para transformação da matéria-prima em produto final, sendo de elevada importância, efetuar uma boa gestão dos ativos.

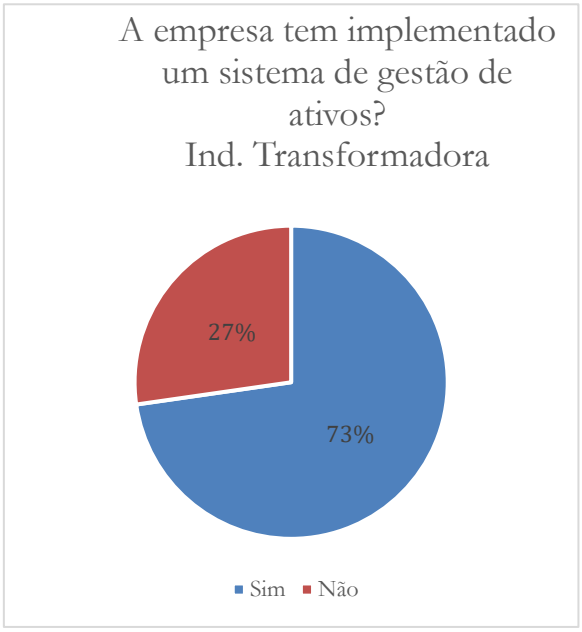


Gráfico 19 - Sistema de Gestão de Ativos na Indústria Transformadora

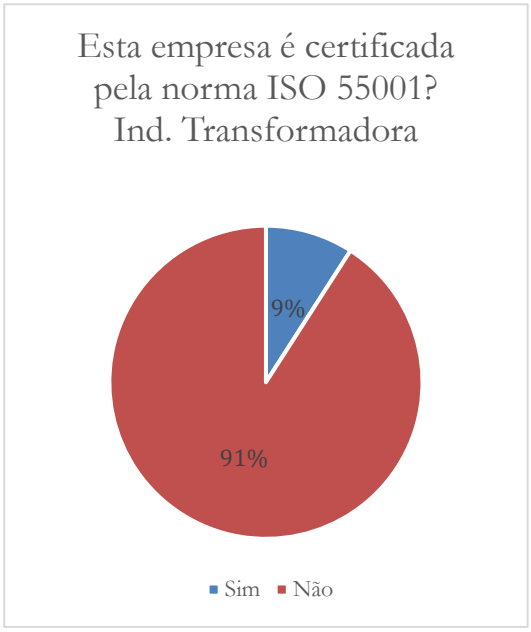


Gráfico 20 - Sistema de Gestão de Ativos na Indústria Transformadora

Com estes Gráfico 19 e Gráfico 20, percebe-se que, 73% destas empresas, têm implementado um SGA, sendo apenas 9% das empresas em estudo do setor transformador, certificadas pela ISO 55001.

5.3.3 Sistema de Gestão de Ativos (SGA) nas Outras empresas

Outras empresas, alvos de estudo, para onde foi enviado o questionário, pertencentes a variados setores, também podem ajudar a perceber que apesar do setor, as empresas portuguesas estão a aderir à utilização de um SGA.

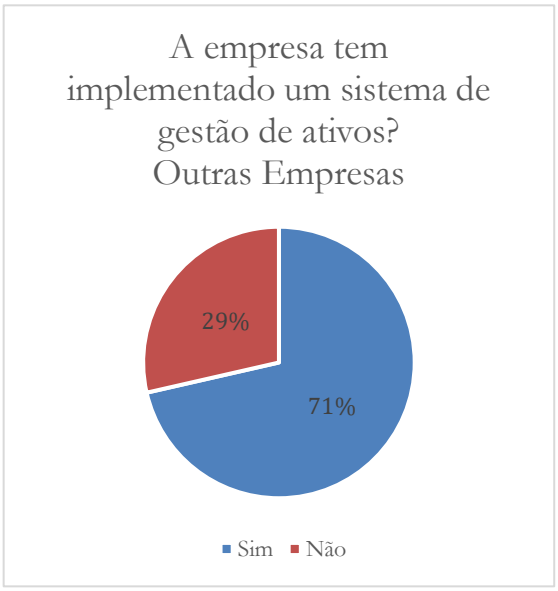


Gráfico 21 - Sistema de Gestão de Ativos em Outras Empresas

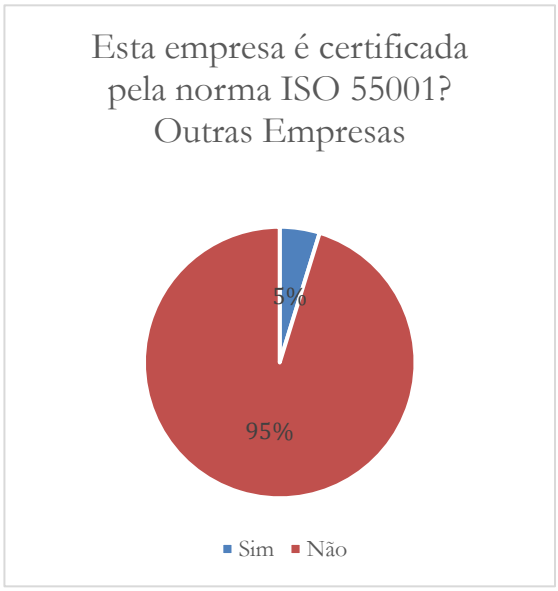


Gráfico 22 - Sistema de Gestão de Ativos em Outras Empresas

Com a ilustração dos Gráfico 21 e Gráfico 22, entende se o que já tinha sido referido, dependendo do setor de atuação, muitas empresas em Portugal têm implementado um sistema de gestão de ativos (71% das restantes empresas em estudo), no entanto também se retira da análise do Gráfico 22, que independentemente do setor de atuação da empresa, apenas 5% das restantes empresas em estudo são certificadas pela ISO 55001.

5.4 Níveis de Maturidade

Os modelos de Maturidade, permitem avaliações comparativas, direcionam melhorias contínuas e promovem a consistência e eficiência operacional. No contexto da Transformação Digital na Gestão de Ativos, esses modelos ajudam as empresas a aprimorar a utilização, manutenção e renovação de seus ativos, aumentando a competitividade e sustentabilidade. Nas perguntas 5 e 7 deste questionário, foram adaptadas as duas escalas de maturidade presentes no questionário em Anexo A de forma a possibilitar uma análise qualitativa, segundo a opinião dos profissionais que respondem, de forma a possibilitar uma perceção do nível de maturidade em que se encontra determinada empresa em relação à Gestão de Ativos e à Transformação Digital.

5.4.1 Níveis de Maturidade na Gestão de Ativos

A Gestão de Ativos é um aspeto essencial para a eficiência e sustentabilidade das empresas, influenciando diretamente a competitividade no mercado. Perceber qual o nível da maturidade da Gestão de Ativos das empresas, é essencial.

Gráfico 23 - Níveis de Maturidade na Gestão de Ativos

Analisando o Gráfico 23, é notório que 26 dos profissionais questionados, entendem que as empresas, nas quais trabalham, encontram-se no nível de maturidade "2 – Desenvolvimento", referindo este que "A organização identificou os meios sistemáticos e consistentes que permitem alcançar os requisitos e pode demonstrar que estão a evoluir com os recursos disponíveis".

5.4.2 Níveis de Maturidade na Transformação Digital

A utilização das novas tecnologias nos processos de fabrico das empresas, já é um tema abordado há algum tempo, desde o surgimento da indústria 4.0. que as indústrias começaram a integrar as novas tecnologias nos seus processos produtivos. E como na Gestão de Ativos, na Transformação Digital, também é importante perceber, qual o nível da maturidade das empresas.

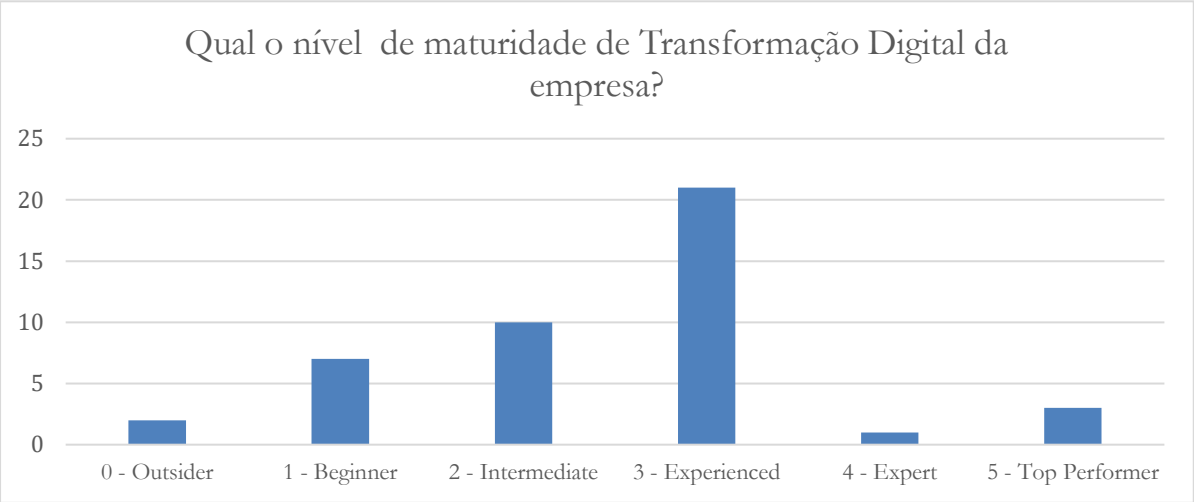


Gráfico 24 - Níveis de Maturidade na Transformação Digital

No Gráfico 24, referente à Maturidade Digital das empresas em estudo, pode-se perceber que 21 dos profissionais questionados, atribuem, às empresas nas quais trabalham, o nível "3 – Experienced", significando que "A empresas já formulou uma estratégia para a Digitalização e promove investimentos relacionados a Digitalização em diversas áreas. Os sistemas de TIC, suportam os processos de produção, com dados das principais áreas recolhidos automaticamente. Soluções de segurança foram implantadas". No entanto também ainda existem 10 opiniões de que as empresas estão no nível "2 – Intermediate", considerando neste caso que "A empresas Incorpora a Digitalização na sua orientação estratégica e desenvolve indicadores adequados para medir o status da implementação. A infraestrutura de equipamentos não satisfaz todos os requisitos para expansões futuras".

5.4.3 Comparação de Níveis de Maturidade

Para comparar a maturidade da Gestão de Ativos e da Transformação Digital das empresas em estudo foram feitos os seguintes gráficos:

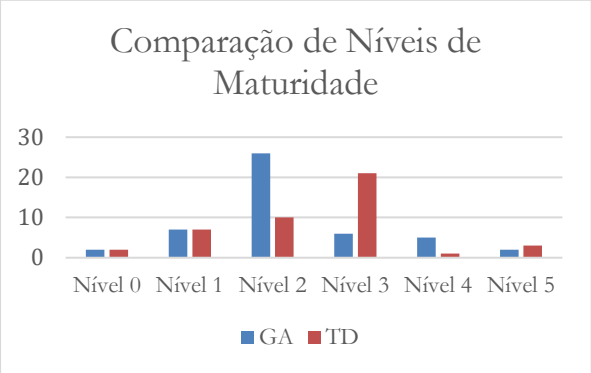


Gráfico 25 - Comparação de Níveis de Maturidade da Gestão de Ativos e da Transformação Digital

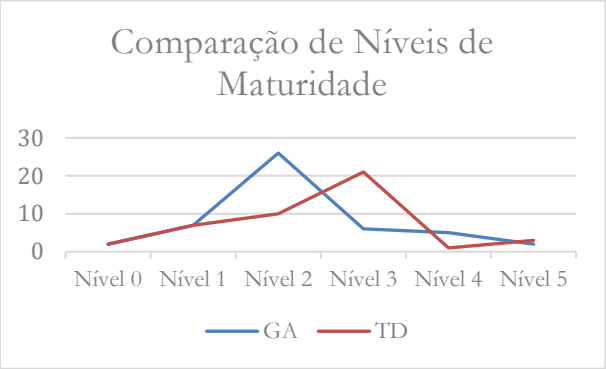


Gráfico 26 - Comparação de Níveis de Maturidade da Gestão de Ativos e da Transformação Digital

Como já referido anteriormente e com a análise do Gráfico 25, entende-se perfeitamente que a Gestão de Ativos encontra-se no nível médio de maturidade 2 e a Transformação Digital encontra-se no nível médio de maturidade 3. Este resultado era espectável, devido há falta de conhecimento de muitos profissionais em relação à Gestão de Ativos, como também à integração das tecnologias no meio empresarial já estar mais consolidada há bastante tempo.

Foram ainda elaborados os dois gráficos seguintes, onde são comparados os níveis de maturidade da Gestão de ativos e da Transformação Digital, da Indústria Automóvel, da Indústria Transformadora e das restantes empresas.

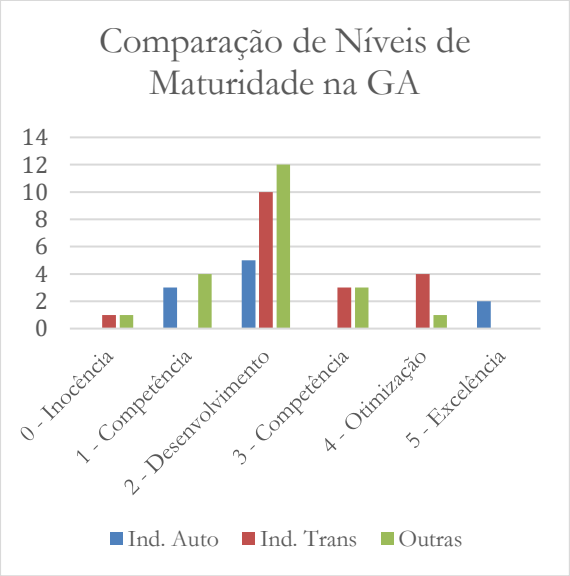


Gráfico 28 - Comparação de Níveis de Maturidade na Gestão de Ativos

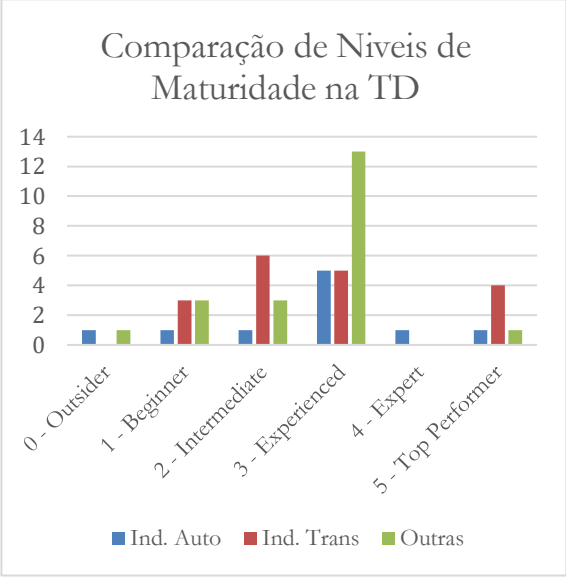


Gráfico 27 - Comparação de Níveis de Maturidade na Transformação Digital

Com a leitura do Gráfico 28, referente à maturidade na Gestão de Ativos, percebe-se bem a predominância da escolha do Nível "2 – Desenvolvimento" em ambos os setores, com 5 escolhas por parte dos profissionais da Indústria Automóvel, 10 dos profissionais da Indústria Transformadora e 12 das restantes empresas em estudo. No Gráfico 27, referente à maturidade na Transformação Digital, é notório que os profissionais das "outras" empresas de variados setores, têm, na grande maioria, a precessão de que as empresas onde exercem funções encontra-se no Nível de maturidade "3 – Experienced", com 13 escolhas, contudo, os profissionais das "Indústrias Transformadoras", apesar das respostas estarem bem distribuídas pelos níveis 1,2,3 e 5, a maior taxa de respostas está no Nível "2 – Intermediate" com 6 escolhas. Já a Indústria Automóvel obteve 5 escolhas para o Nível de maturidade "3 – Experienced", tendo todos os outros níveis de maturidade apenas 1 escolha.

5.5 Utilização da Tecnologia na Gestão de Ativos

A utilização de novas tecnologias na Gestão de Ativos pode ter um papel de elevada importância, proporcionando ferramentas avançadas para monitorização e otimização de recursos e processos.

As empresas de softwares mais conhecidas e com maior cobertura de mercado já dispões de ferramentas para auxiliar a Gestão de ativos, e com este questionário, na pergunta 6, os profissionais das empresas foram questionados sobre a utilização de softwares por parte da empresa.

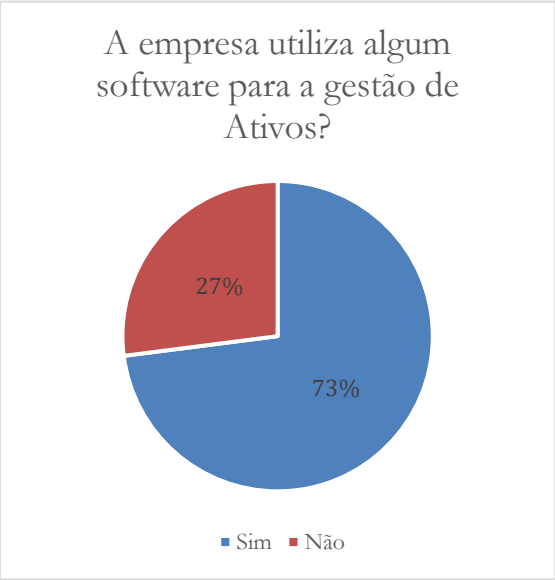


Gráfico 29 - Softwares de Gestão de Ativos

Na generalidade das empresas que foram questionadas, as respostas apontam para uma percentagem de 73% das empresas que utilizam softwares de gestão de ativos, contra 27% das empresas que não utilizam qualquer tipo de software para esta gestão, como se pode observar no Gráfico 29.

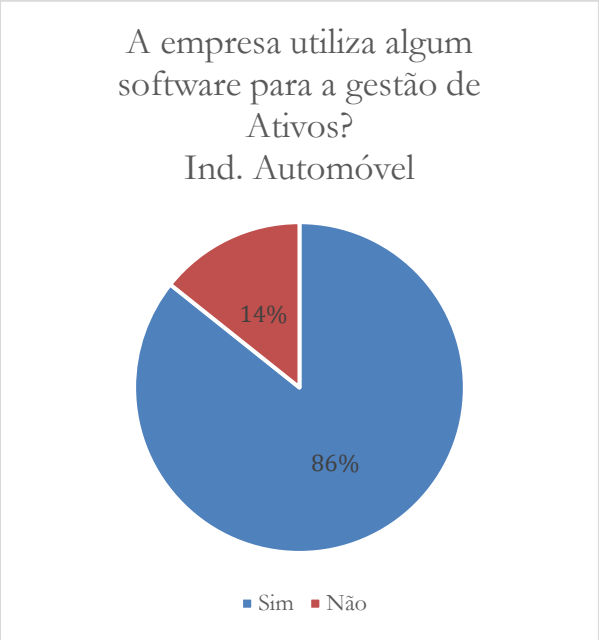


Gráfico 31 - Softwares de Gestão de Ativos na Indústria Automóvel

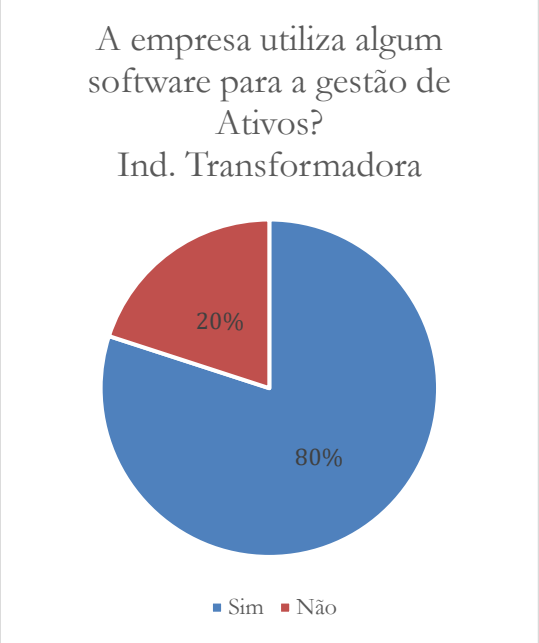


Gráfico 30 - Softwares de Gestão de Ativos na Indústria Transformadora

Nos dois Gráfico 31 e Gráfico 30, que foram concebidos para percecionar se havia alguma diferença significativa da percentagem de utilização de softwares de Gestão de Ativos da Indústria Automóvel em relação à Indústria Transformadora. E observando estes dois gráficos, percebe-se facilmente, que em ambos os setores a percentagem de utilização de softwares para Gestão de Ativos é igual ou superior a 80%.

5.5.1 Impacto dos Dados na Gestão dos Ativos

O tratamento de dados com softwares de gestão, é fundamental para transformar grandes quantidades de informação em insights úteis. Estas ferramentas especializadas ajudam a organizar, limpar e analisar dados de maneira eficiente, facilitando a tomada de decisão, a identificação de padrões e a melhoria de processos em diversas áreas.

Para perceber a opiniões de profissionais, foi incluída a pergunta no questionário: "Que impacto têm os dados na gestão dos Ativos?" com o intuito de cada profissional atribuir um valor de 0 (Nada Importante) a 5 (Extremamente Importante) consoante a importância que acha ter utilização dos dados para a gestão dos ativos. Os gráficos obtidos foram os seguintes.

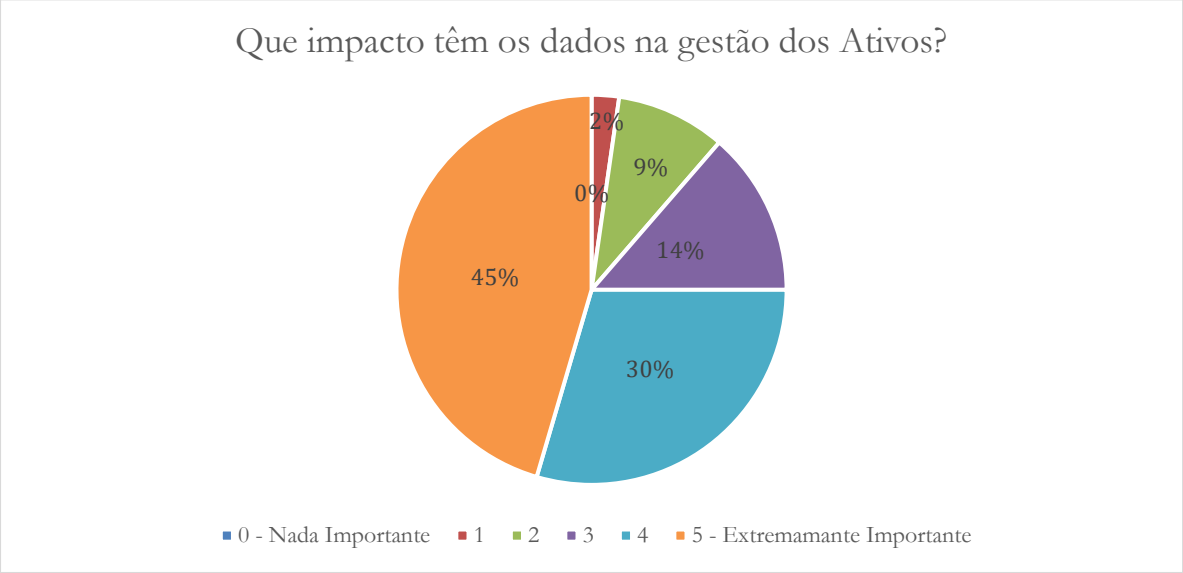


Gráfico 32 - Impacto dos Dados na Gestão dos Ativos

Neste Gráfico 32, apesar de diversas opiniões, percebe-se que a utilização de dados para a Gestão de Ativos é bastante importante, sendo a maior taxa de repostas o valor 4 e 5 correspondentes a 30% e 45% das escolhas respetivamente.

5.5.2 Comparação dos Dados na Gestão dos Ativos - Diferentes Setores

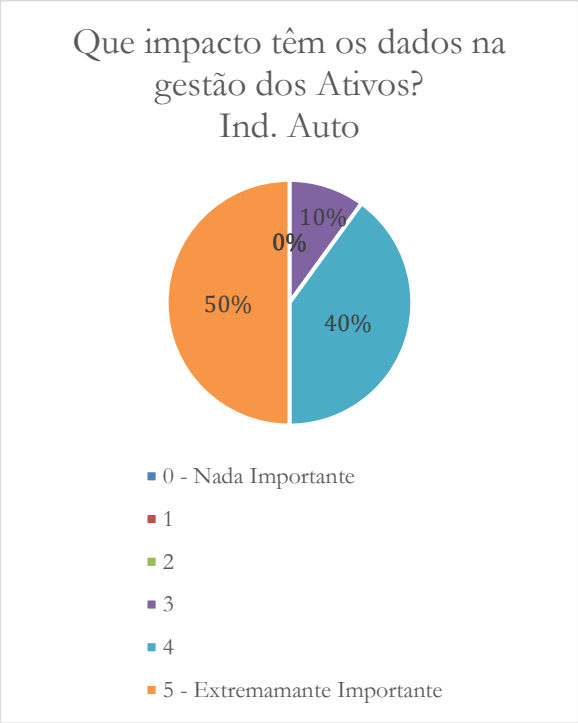


Gráfico 34 - Impacto dos Dados na Gestão dos Ativos na Indústria Automóvel

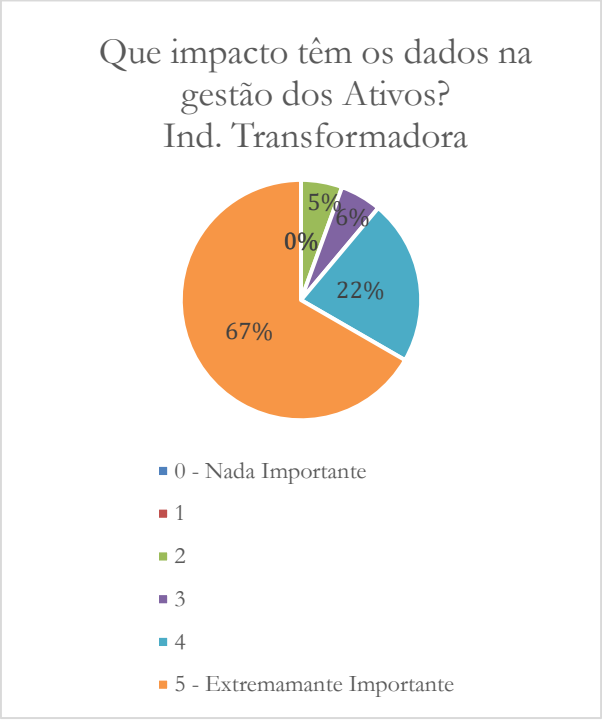


Gráfico 33 - Impacto dos Dados na Gestão dos Ativos na Indústria Transformadora

Através do Gráfico 33 e Gráfico 34, pode-se comparar as respostas dos profissionais da indústria Automóvel com as respostas dos profissionais da indústria Transformadora. Sendo assim, observa-se que ambas atribuem extrema importância à utilização de dados na gestão de ativos, tendo sido a respostas "5 – Extremamente Importante", a mais escolhida, com percentagens de resposta igual ou superior a 50%. E apesar de ainda existirem algumas respostas referentes ao valor 3 e 4, em ambos os casos não foi obtida nenhuma resposta com atribuição do "0 – Nada Importante", o que reforça ainda mais a ideia que os dados são importantes para a Gestão de Ativos.

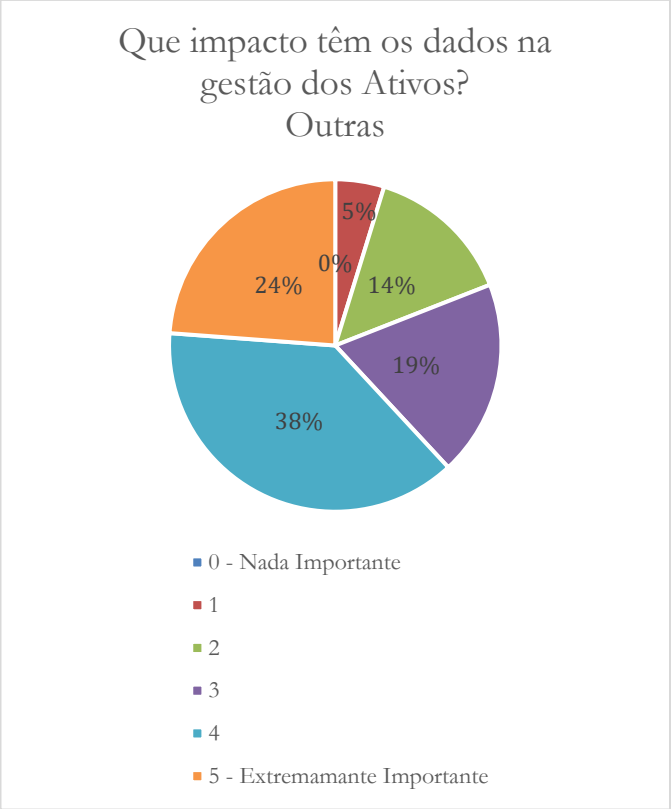


Gráfico 35 - Impacto dos Dados na Gestão dos Ativos nas Outras Empresas

Já no caso das restantes empresas em estudo, não se obteve nenhuma resposta tão significativa no que respeita a atribuição de importância aos dados, como se pode observar no Gráfico 35, tendo as respostas sido bastante dispersas, com 38% das escolhas para o valor de importância 4, 24% para o 5, 19% para o 3, 14% para o 2 e 5% para o 1. Mas da mesma forma como nos outros dois setores mais relevantes, continua a não existir nenhuma resposta do "0 – Nada Importante".

5.5.3 Comparação do Impacto dos Dados na Gestão dos Ativos

Para percecionar a possível existência de uma discrepância de opiniões, foi realizada uma análise à opinião de peritos das diferentes áreas, sem ter em conta a empresa na qual exercem funções nem o setor de atuação.

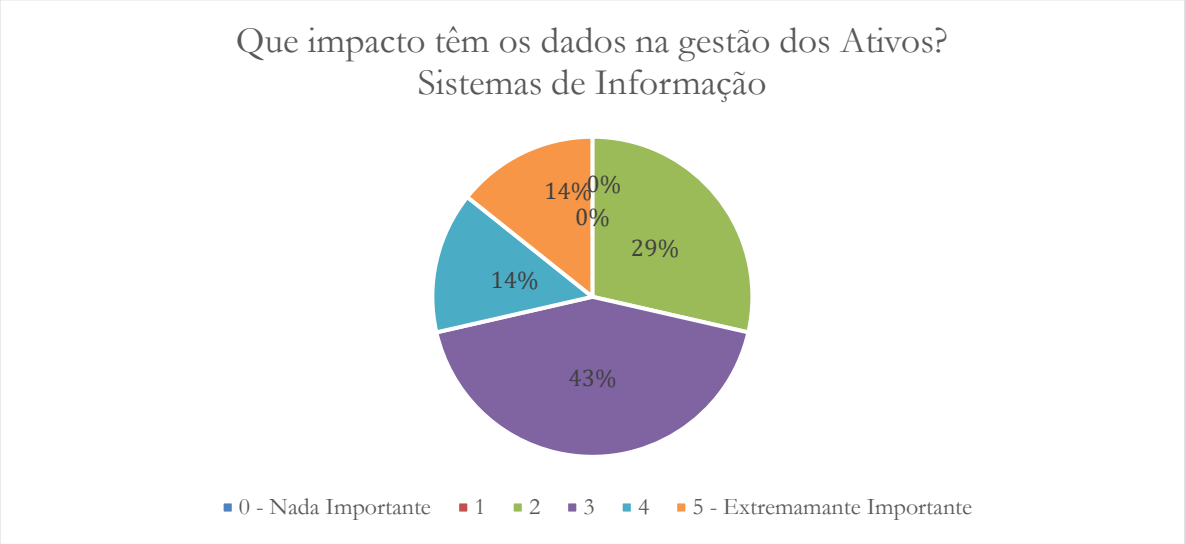


Gráfico 36 - Impacto têm os Dados na Gestão de Ativos na Área dos Sistemas de Informação

A partir do Gráfico 36, percebe-se que os profissionais dos sistemas de Informação atribuem em grande maioria o nível 2 e 3 de relevância com uma percentagem de resposta de 29% e 43% respetivamente.

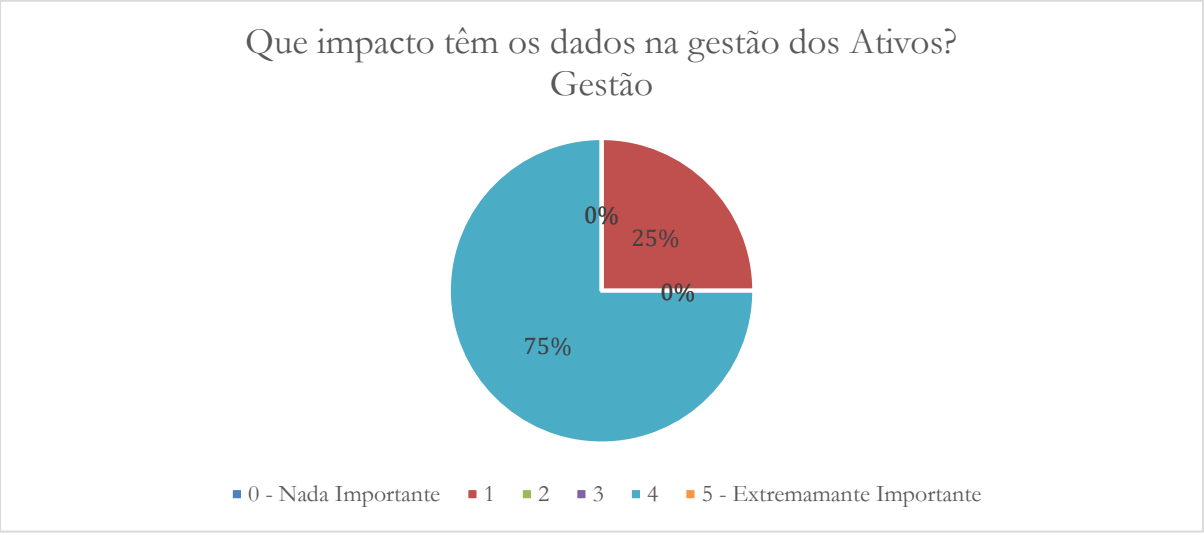


Gráfico 37 -Impacto têm os Dados na Gestão de Ativos na Área de Gestão

Através do Gráfico 37, observa-se que os profissionais da área da Gestão apenas atribuem os níveis de importância 1 com 25% das respostas e o 4 com 75% das respostas.

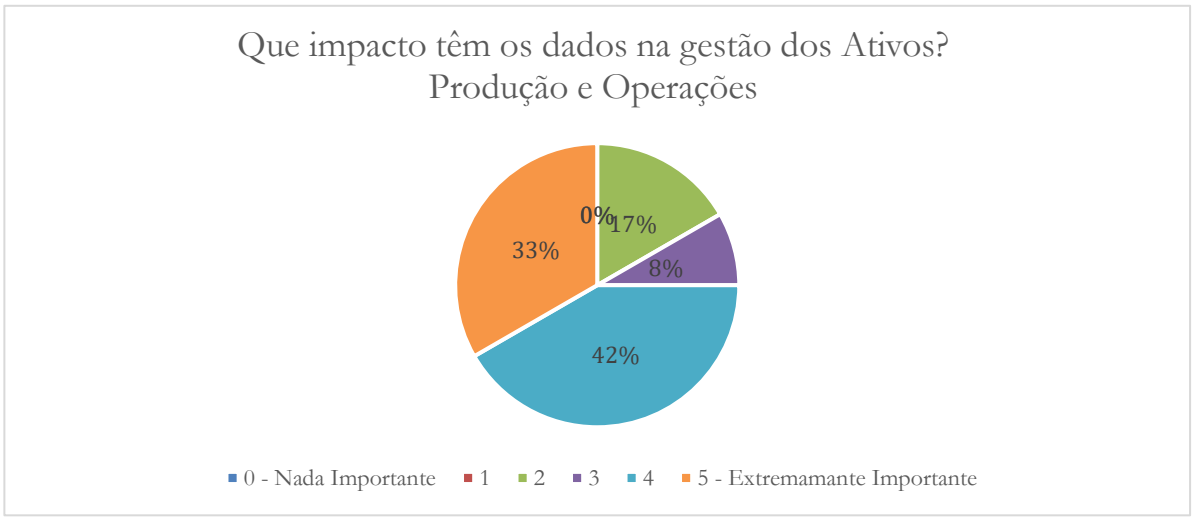


Gráfico 38 - Impacto têm os Dados na Gestão de Ativos na Área de Produção e Operações

Com a leitura do Gráfico 38, percebe-se que os profissionais das áreas da Produção e operações, atribuem uma elevada importância à utilização de dados na Gestão de ativos, atribuindo a esta questão os níveis 4 e 5 de importância com uma percentagem de resposta de 42% e 33% respetivamente.

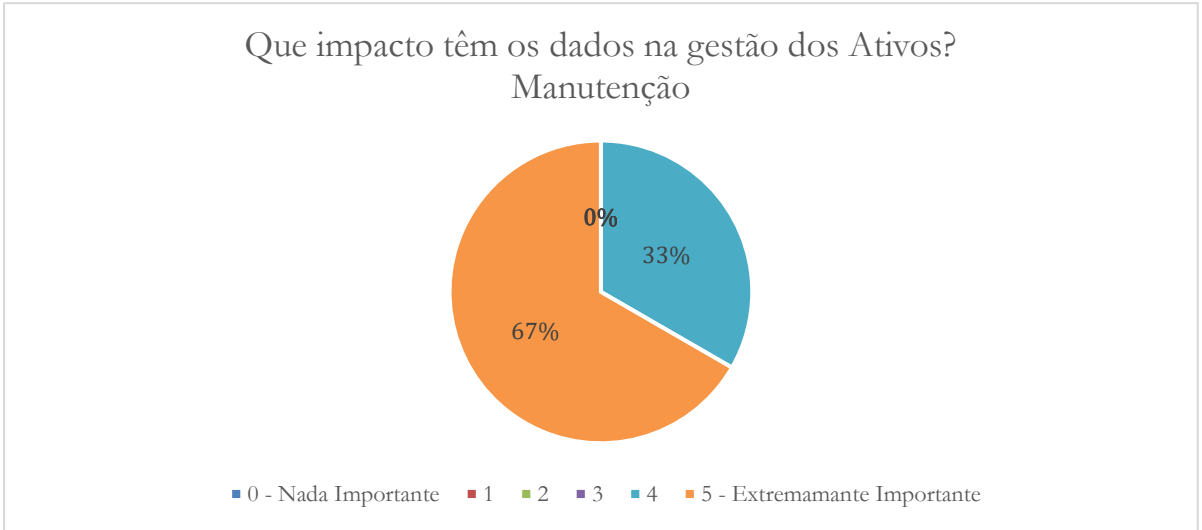


Gráfico 39 - Impacto têm os Dados na Gestão de Ativos - Área da Manutenção

Os profissionais da área da manutenção também dão elevada importância à utilização de dados na Gestão de Ativos, sendo que apenas atribuíram como resposta à questão o nível de relevância 4 e 5 com 33% e 67% respetivamente, como se vê no Gráfico 39.

5.6 Sistema de Informação na Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos

A utilização das novas tecnologias de informação na gestão do ciclo de vida dos ativos desempenha um papel importante para melhorar a forma como os equipamentos são monitorizados, contribuindo para uma manutenção mais eficaz dos equipamentos.

Para perceber se há empresas em Portugal a utilizarem um sistema de informação para gestão do ciclo de vida dos ativos, foram questionados diversos profissionais de várias empresas com a seguinte questão: "A sua empresa tem um sistema de informação na gestão do ciclo de vida dos ativos?".

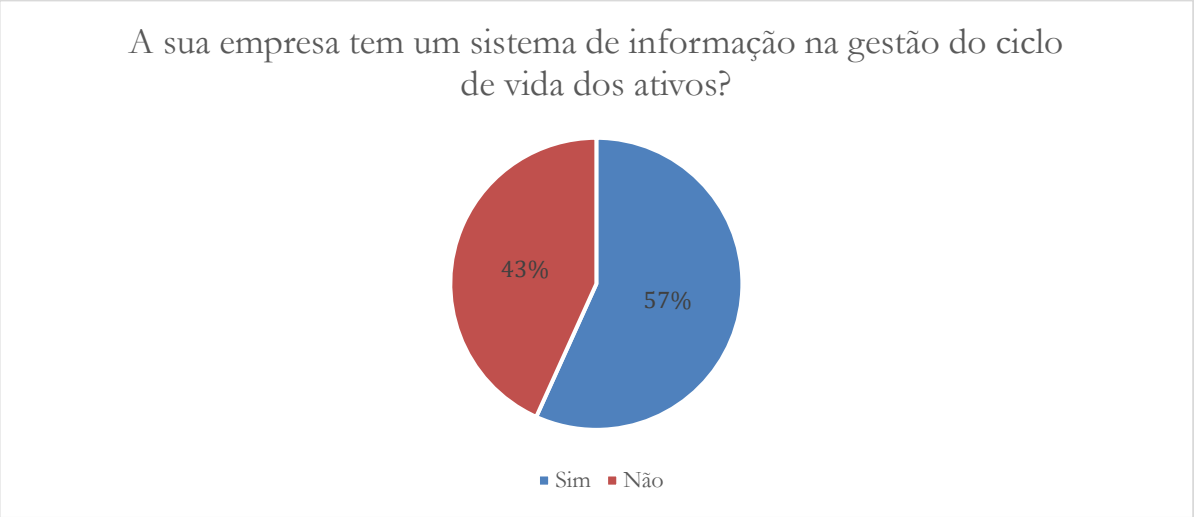


Gráfico 40 - Sistema de Informação na Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos

Com a recolha de informação referente a essa resposta, foi construído o Gráfico 40, onde está representada a percentagem de empresas que utilizam tecnologias de informação para auxiliar a gestão do ciclo de vida dos ativos. Neste gráfico, pode observar-se que maioritariamente as empresas já utilizam algum sistema de informação para gestão do ciclo de vida dos ativos (57% das empresas), contudo ainda há uma percentagem significativa de 43% das empresas que não utilizam qual tipo de tecnologia de informação para gerir o ciclo de vida dos seus ativos.

5.6.1 Sistema de Informação na Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos? Comparação de Setores

Gráfico 41 - Sistema de Informação na Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos na Indústria Automóvel

Gráfico 42 - Sistema de Informação na Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos na Indústria Transformadora

Comparando a utilização de sistemas de informação na gestão do ciclo de vida dos ativos, pode concluir-se, através do Gráfico 42 e Gráfico 41, que a percentagem de empresas que utilizam esses meios tecnológicos no setor Automóvel é de 57%. No entanto é bastante notório, que a indústria transformadora tem uma percentagem, de utilização de sistemas de informação para gestão do ciclo de vida dos ativos, mais elevada em comparação com a indústria automóvel, sendo que 73% dessas empresas em estudo, utilizam estas tecnologias como se pode observar no Gráfico 42.

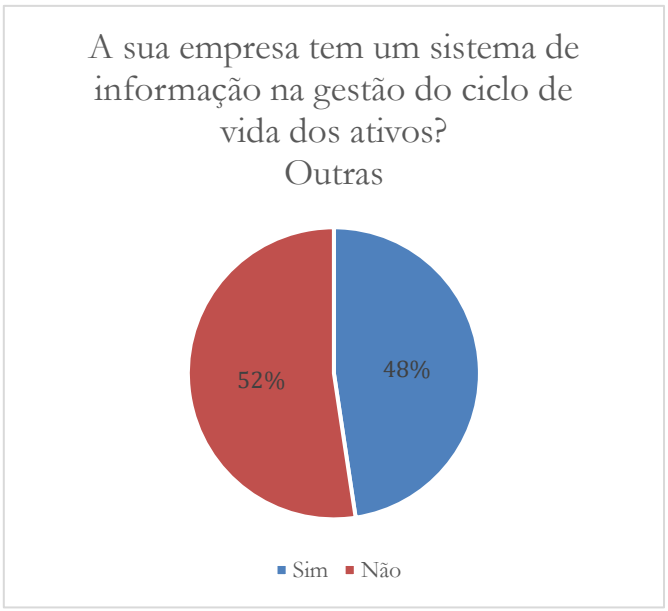


Gráfico 43 - Sistema de Informação na Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos

Já no caso das restantes empresas em estudo, há uma elevada discrepância em relação às respostas do setor automóvel e da indústria transformadora. O conjunto das respostas à pergunta, "A sua empresa tem um sistema de informação na gestão do ciclo de vida dos ativos?", atribuídas pelas "outras" empresas em estudo, mostram que há uma percentagem de respostas superiores a mencionarem que a empresa "Não" utiliza nenhum sistema de informação para a gestão do ciclo de vida dos ativos (52% das Respostas) como se pode ver no Gráfico 43.

5.7 Opinião sobre Aspetos Relevantes na Área Digital - GA

Referido já diversas vezes, a tecnologia está cada vez mais a ser integrada em todo o contexto empresarial e, a Gestão de Ativos, não foge à regra.

Diversos profissionais de diferentes empresas foram questionados com a seguinte pergunta: "Tendo em conta a gestão de ativos, que aspetos na área digital lhe parecem relevantes?". Esta pergunta foi composta pelas cinco alíneas seguintes, de forma a perceber qual a opinião sobre a relevância da tecnologia na Gestão de Ativos em diferentes contextos.

As alíneas da pergunta eram de escolha múltipla, com seis opções de escolha sendo as opções, uma escala de 0 a 5, consoante a relevância que determinado tipo de tecnologia pode ter na gestão de ativos (0 - Nada relevante e 5 - Extremamente relevante), segundo a opinião dos profissionais questionados.

Alíneas da pergunta "Tendo em conta a gestão de ativos, que aspetos na área digital lhe parecem relevantes?":

- Uso de Softwares;
- Sensorização dos equipamentos/linhas de produção/fábricas;
- Digitalização dos processos administrativos/Workflow;
- Aplicações de novas tecnologias (Realidade Aumentada, Digital Twin...);
- Uso de ferramentas de AI.

5.7.1 Uso de Softwares

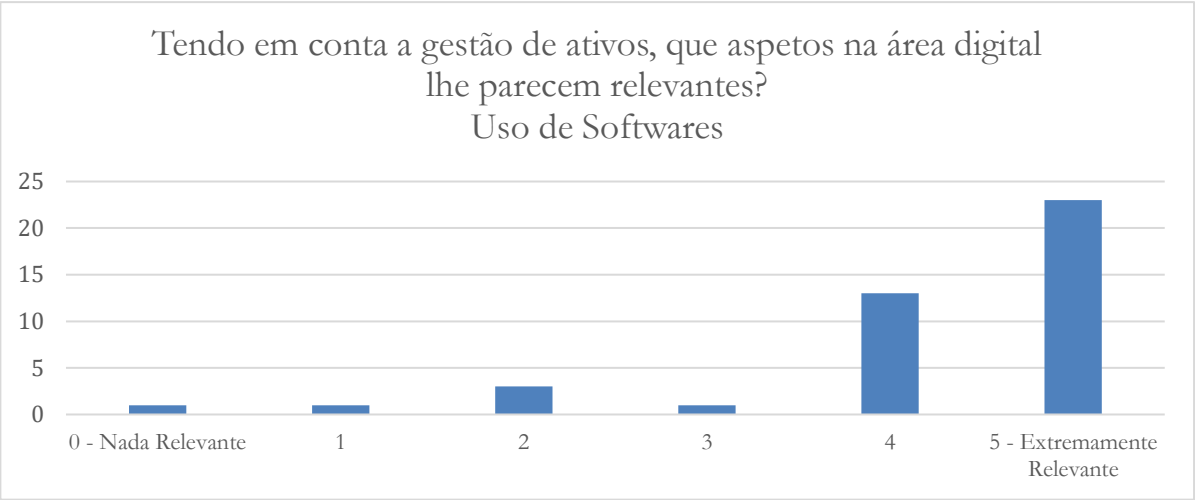


Gráfico 44 Relevância do Uso de Softwares na Gestão de Ativos

As empresas, independentemente do seu tamanho, do número e valor dos ativos que possuem, para facilitar a gestão utilizam softwares específicos. Como se pode ver no Gráfico 44, os profissionais questionados atribuíram uma relevância, maioritariamente, de 4 e 5 na escala utilizada, com 13 e com 23 escolhas respetivamente, o que realça a importância da utilização de softwares, tendo sido a opção mais escolhida "5 - Extremamente relevante", havendo apenas 1 profissional a escolher a opção "0 - Nada relevante".

5.7.2 Sensorização dos Equipamentos/Linhas de Produção/Fábricas

A sensorização dos equipamentos e das linhas de produção, permite controlar e monitorizar dados em tempo real, aumentando a eficiência e reduzindo falhas. Com a utilização de sensores, é possível otimizar a manutenção e melhorar a produtividade.

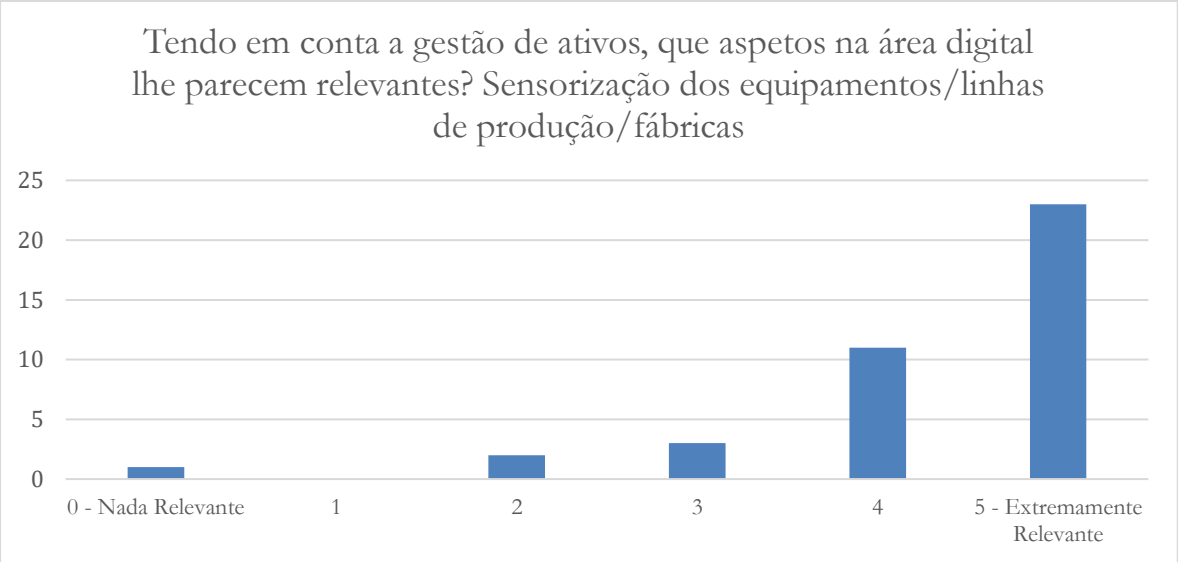


Gráfico 45 -Relevância da Sensorização dos Equipamentos/Linhas de Produção/Fábricas

Neste caso a resposta mais frequente foi sem dúvida a "5 - Extremamente relevante" com 23 escolhas, como se pode observar no Gráfico 45, havendo, ainda assim, 11 escolhas referentes ao valor de relevância "4". Houve novamente, apenas 1 profissional a escolher a opção "0 - Nada relevante", o que torna a sonorização um tópico bastante importante nas fábricas e na sua gestão de ativos.

5.7.3 Digitalização dos Processos Administrativos/Workflow

Na Gestão de Ativos, a área digital desempenha um papel crucial na modernização e otimização de processos. A digitalização dos processos administrativos e a implementação de workflows automáticos são aspetos essenciais que trazem eficiência e precisão às operações. Esses aspetos permitem uma gestão de ativos mais clara, com dados em tempo real, facilitando a tomada de decisão, minimizado erros humanos e reduzindo custos operacionais. Dessa forma torna-se um fator relevante para a competitividade e sustentabilidade das organizações no mercado atual.

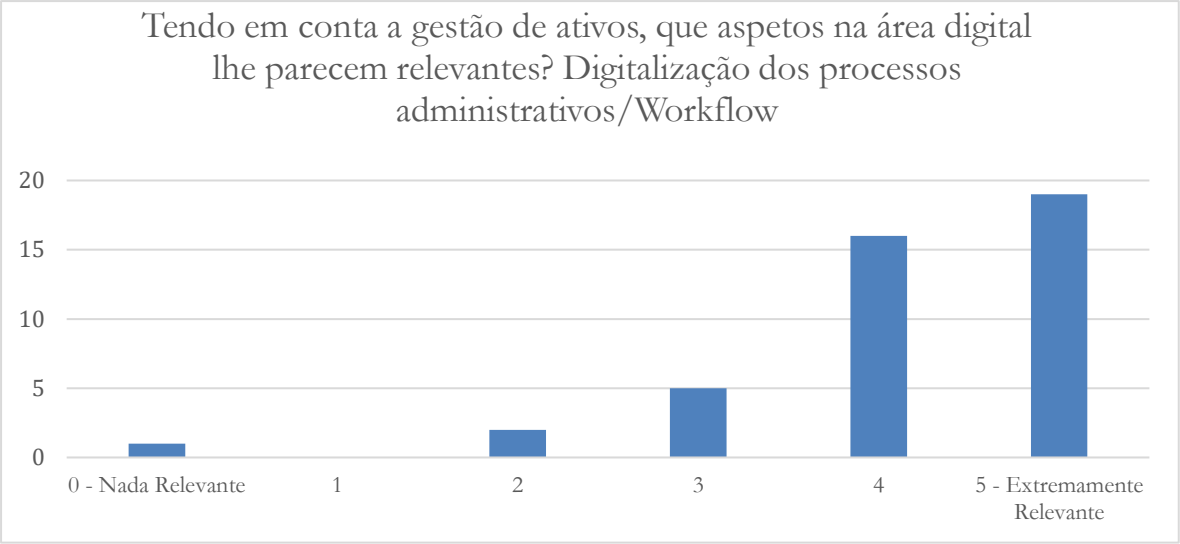


Gráfico 46 -Relevância da Digitalização dos Processos Administrativos/Workflow

Em relação à resposta a esta alínea, pode observar-se no Gráfico 46, que os profissionais questionados atribuíram uma relevância, maioritariamente, de 4 e 5 na escala utilizada com 16 e 19 escolhas, respetivamente, o que demonstra a importância da digitalização dos processos administrativos. A opção mais escolhida foi a 5, existindo novamente, apenas 1 profissional a escolher a opção "0 - Nada relevante", o que demonstra que a digitalização de processos administrativos tem uma elevada importância para os profissionais das empresas.

5.7.4 Aplicações de Novas Tecnologias (Realidade Aumentada, Digital Twin...)

As novas tecnologias estão a transformar a indústria, sendo que estas possibilitam a realização de simulações precisas e interações virtuais, melhorando o design, o treino, a produção e a manutenção. A adoção dessas tecnologias aumenta a eficiência e reduz custos operacionais.

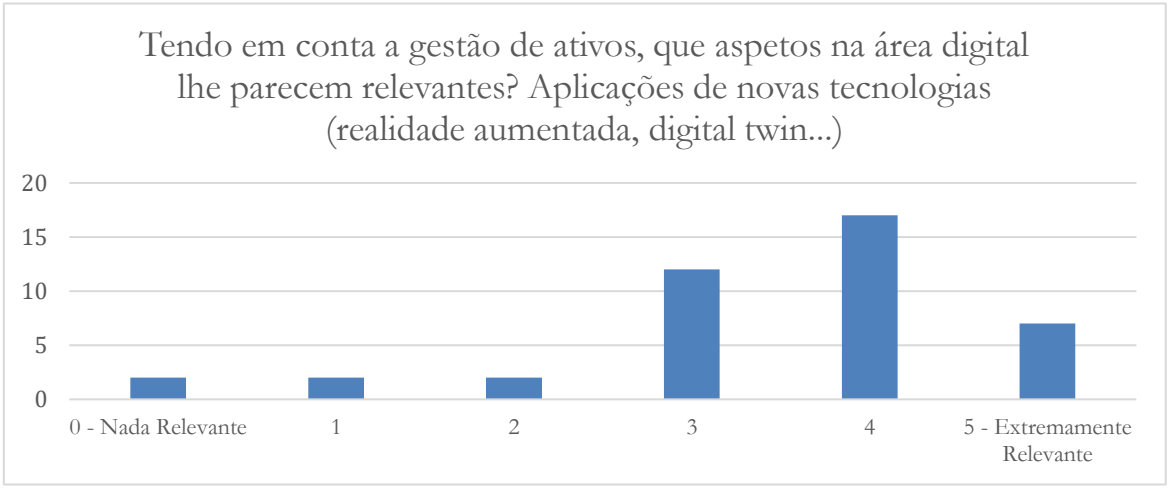


Gráfico 47 – Relevância de Aplicações - Novas Tecnologias (Realidade Aumentada, Digital Twin...)

No Gráfico 47, tem-se o número de respostas por cada escolha múltipla, à alínea "Aplicações de novas tecnologias (Realidade Aumentada, Digital Twin...)". Neste, pode concluir-se que a maioria das escolhas feitas pelos profissionais, foi o nível de relevância 3 e 4 segundo a escala utilizada, tendo 12 escolhas o nível 3 e 17 o nível 4. Sendo este o tópico, até ao momento, com menos relevância, não sendo o nível "5 - Extremamente relevante" a resposta mais frequente.

5.7.5 Uso de Ferramentas de Inteligência Artificial (IA)

No contexto da Gestão de Ativos, o uso de ferramentas Inteligência Artificial (IA) pode ser extremamente relevante. Estas tecnologias permitem a análise preditiva, a automatização de processos e a tomada de decisões informadas. A implementação de tecnologias IA podem trazer uma melhoria na eficiência, como também reduzir custos.

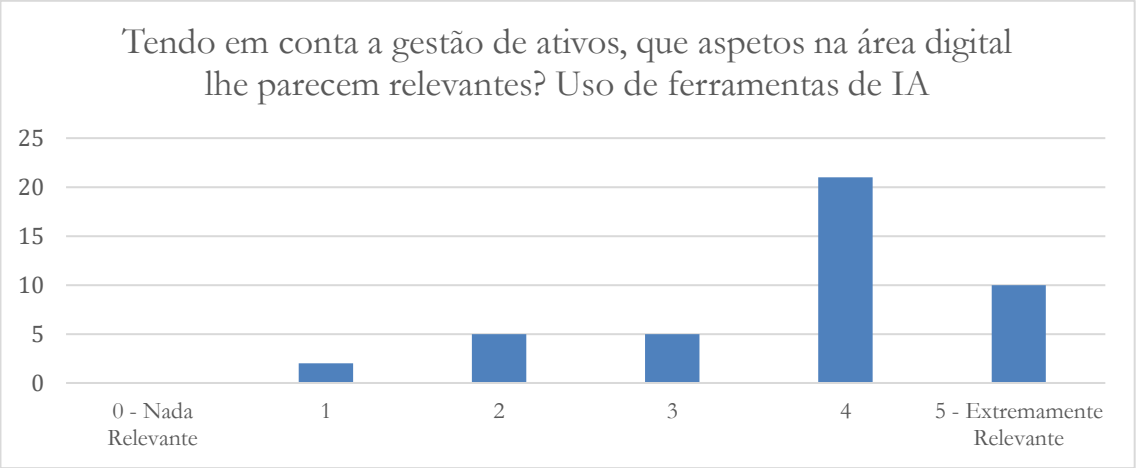


Gráfico 48 – Relevância do Uso de ferramentas de IA na Gestão de Ativos

Em relação a esta alínea "Uso de ferramentas de IA" e, como se pode ver no Gráfico 48, o nível de relevância mais escolhido foi o 4, com 21 escolhas, existindo ainda assim 10 escolhas para o nível 5.

Esta foi a única alínea da questão, "Tendo em conta a gestão de ativos, que aspetos na área digital lhe parecem relevantes?", onde não se registou qualquer resposta referente ao nível "0 - Nada Relevante", o que significa que todos os profissionais questionados acham que a utilização de ferramentas de inteligência artificial tem alguma relevância para a Gestão de Ativos.

5.8 Comparação de Aspetos Relevantes na Área Digital – GA

Posteriormente à realização dos gráficos anteriores, para análise a esta questão, foi elaborado o gráfico seguinte, onde se encontra a junção de todas as respostas a todas as alíneas analisadas anteriormente.

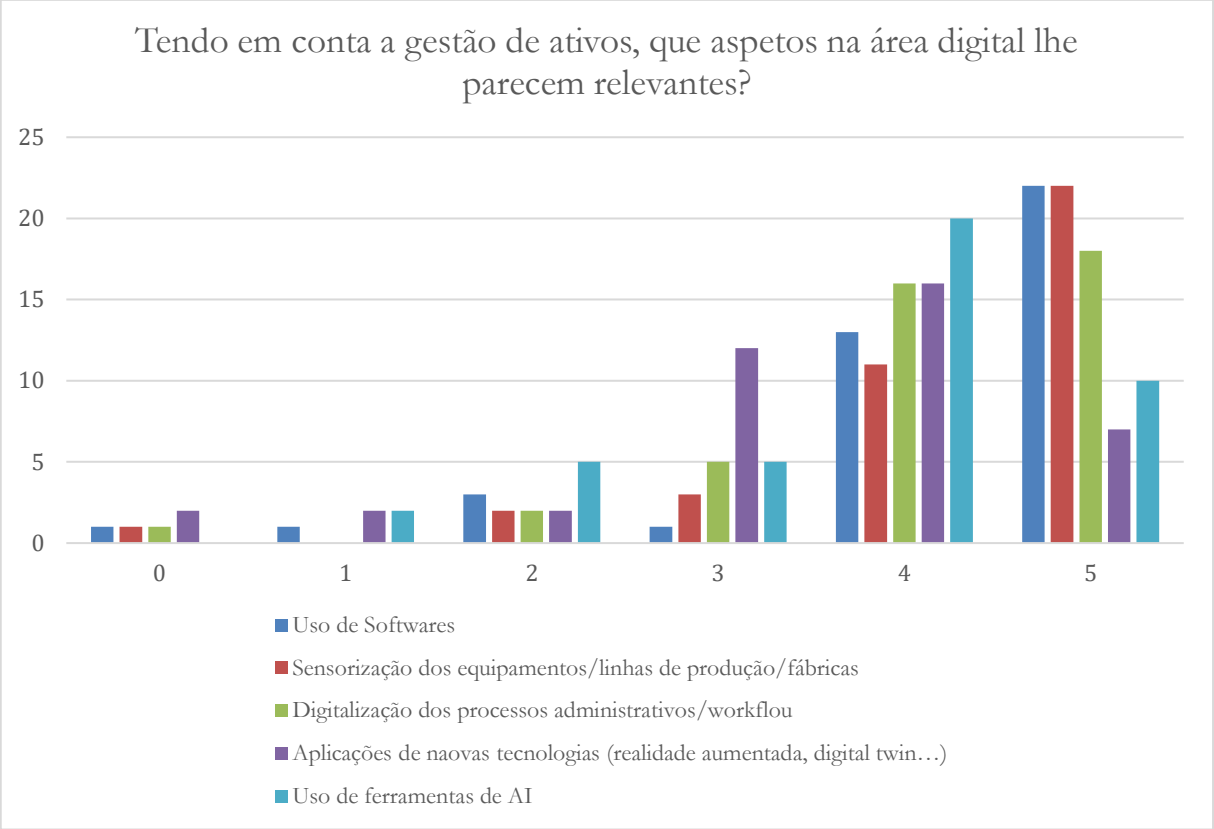


Gráfico 49 - Comparação de Respostas à uma Pergunta

Com o Gráfico 49, podem se comparar os resultados das respostas obtidos a todas as alíneas da questão "Tendo em conta a gestão de ativos, que aspetos na área digital lhe parecem relevantes?".

Analisando o gráfico, percebe-se que as alíneas "Uso de Softwares" e "Sensorização dos equipamentos/linhas de produção/fábricas" foram as que obtiveram uma maior taxa de respostas correspondentes ao nível "5 - Extremamente relevante", ambas com 22 respostas, seguindo a alínea "Digitalização dos processos administrativos/Workflow" com 18 respostas. Estes três tópicos têm ainda um número de respostas bastante significativo correspondentes ao nível 4 de relevância.

No caso das alíneas "Aplicações de novas tecnologias (Realidade Aumentada - RA, Digital Twin...)" e "Uso de ferramentas de IA", o maior número de respostas obtidas foi o nível "4" da escala de relevância, com 16 e 20 votos respetivamente.

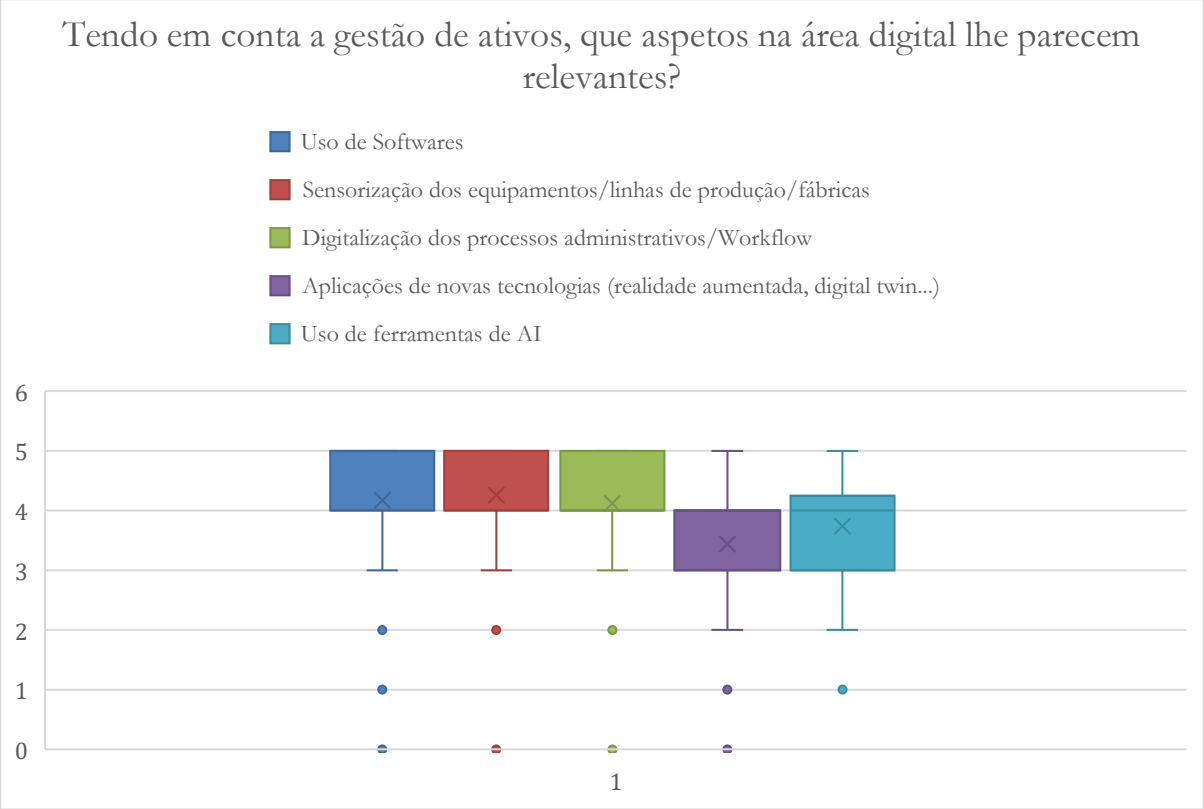


Gráfico 50 - Aspetos na Área Digital lhe Parecem Relevantes?

No Gráfico 50, está representado um diagrama Boxplot, que retrata informações como a média e o desvio padrão das respostas obtidas a todas as alíneas da questão "Tendo em conta a gestão de ativos, que aspetos na área digital lhe parecem relevantes?". Assim sendo, entende-se que a média das respostas às primeiras três perguntas é aproximadamente o nível de relevância 4 e a média das respostas às duas últimas perguntas foi entre o nível 3 e 4, estando a média referente à última pergunta, mais perto do nível 4 que do nível 3.

5.9 Comparação das Opiniões na Área Digital em Relação à GA

Neste subcapítulo realizou-se uma comparação das diferentes opiniões dos profissionais de diferentes áreas, sem ter em conta a empresa e o setor de atuação. Contudo a interpretação dos seguintes gráficos pode revelar-se um pouco subjetiva devido ao diferente número de profissionais das diferentes áreas, como se pode ver na Tabela 5.

5.9.1 Uso de Softwares na Área Digital

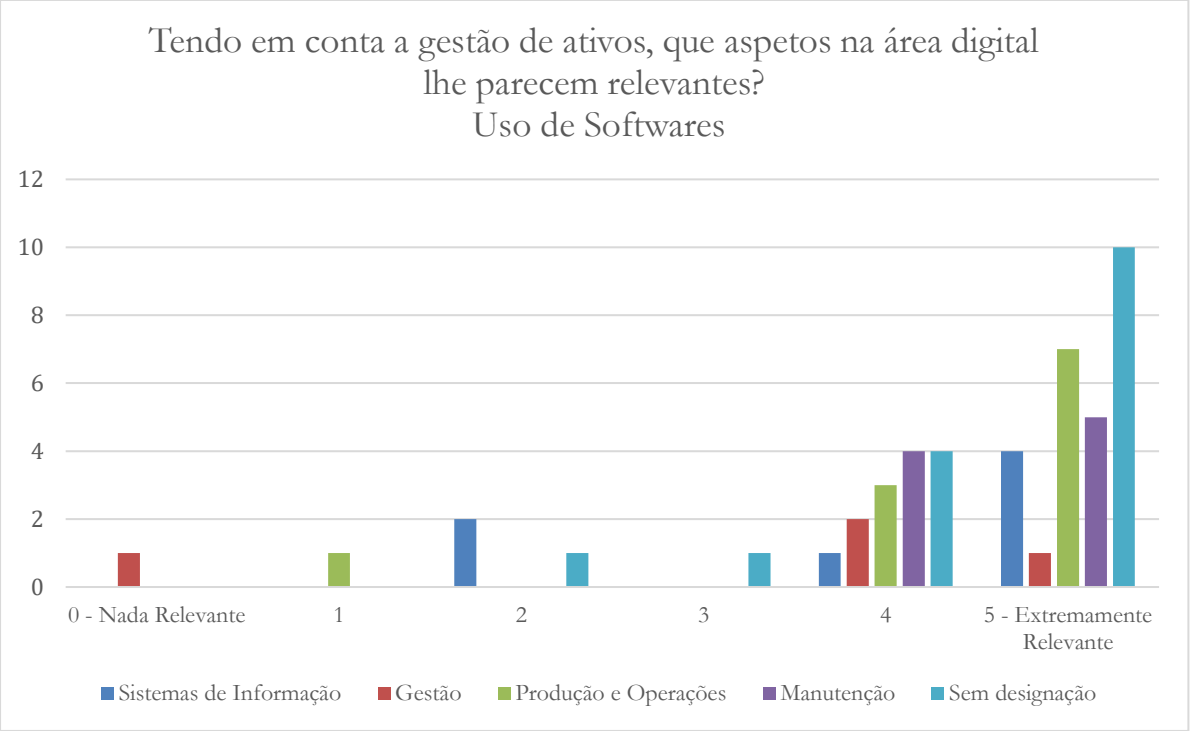


Gráfico 51 - Relevância do Uso de Softwares

Em relação à utilização de Softwares, pode observar-se no Gráfico 51, que apenas um profissional que pertence à área de "gestão" é da opinião, que o "Uso de softwares" não é nada relevante para a Gestão de Ativos. Já os profissionais das áreas da "Manutenção" e "Produção e Operações", na sua maioria classificam com o nível 4 e 5 a relevância do "Uso de softwares na gestão de ativos" com 4 e 5 respostas referentes aos níveis 4 e 5 respetivamente no caso dos profissionais da Manutenção e com 3 e 7 respostas referentes aos níveis 4 e 5 respetivamente no caso dos profissionais da Produção e Operações.

No caso dos profissionais que não forneceram informações de qual a função que desempenham, o maior número de respostas também foi atribuído ao nível de relevância 4 com 4 respostas e ao nível de relevância 5 – Extremamente Relevante com 10 respostas.

5.9.2 Sensorização em Ativos Fisicos

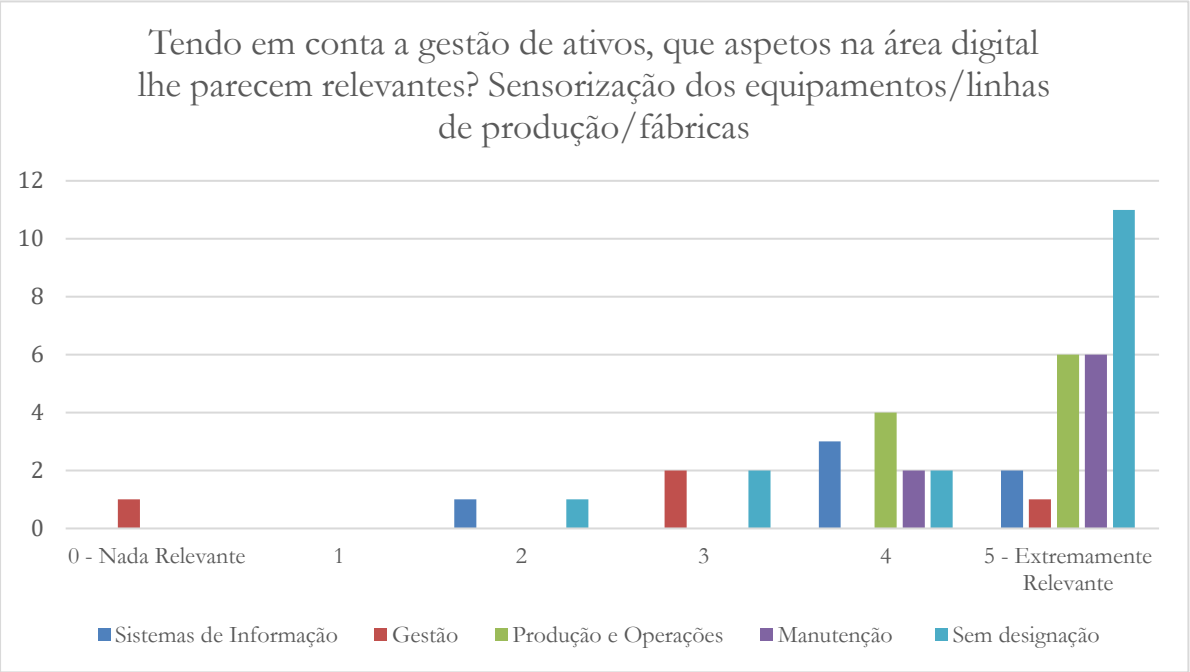


Gráfico 52 - Relevância da Sensorização dos Equipamentos

Em relação à "Sensorização dos equipamentos/linhas de produção/fábricas" demonstrado no Gráfico 52, novamente existiu um profissional de Gestão que tem a opinião que este tópico não é nada relevante na Gestão de Ativos.

Novamente, os profissionais com funções nas áreas da "Manutenção" e "Produção e Operações" são da opinião que a sensorização é importante, tendo ambos seis repostas correspondentes ao nível de relevância 5 e 4 respostas no caso dos profissionais da Produção e Operações com 4 respostas ao nível 4 de relevância.

5.9.3 Digitalização dos Processos Administrativos/Workflow

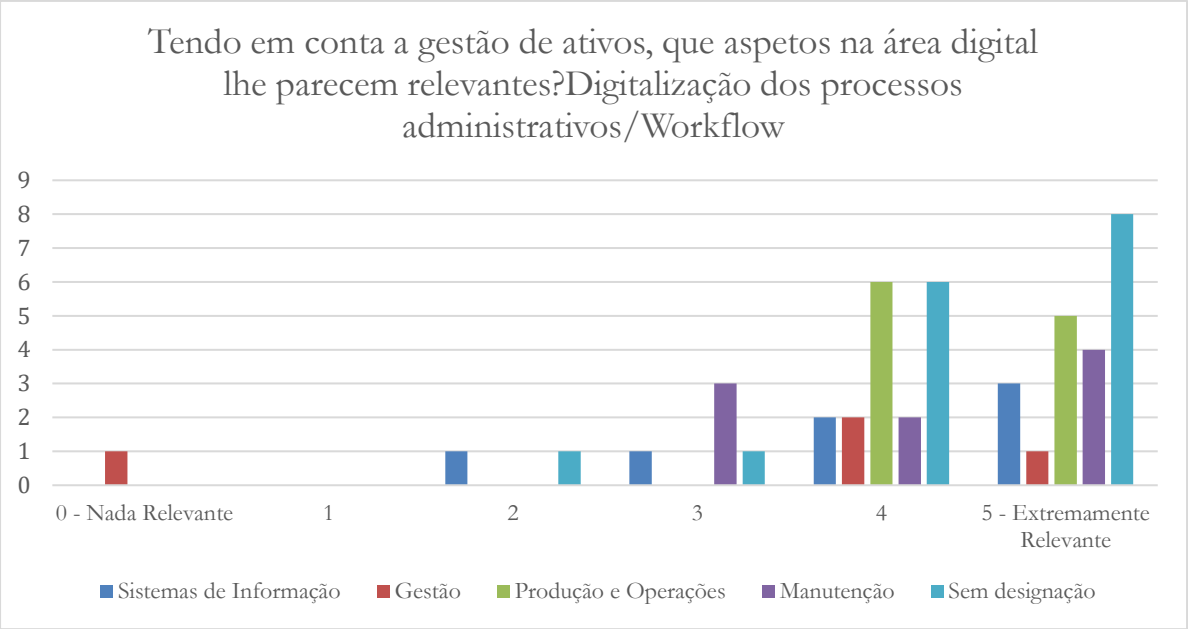


Gráfico 53 - Relevância da Digitalização dos Processos Administrativos

Em relação à Digitalização dos processos administrativos/Workflow, percebe-se a partir do Gráfico 53 que os Profissionais da Produção e Operações atribuem 6 respostas ao nível 4 de relevância e 5 respostas ao nível 5 de relevância.

Os profissionais da Manutenção apresentam uma distribuição das suas respostas entre os níveis de relevância 3, 4 e 5 com 3, 2 e 4 respostas respetivamente. Da mesma forma, os profissionais dos sistemas de Informação também apresentam uma distribuição de respostas pelos níveis de relevância 2, 3, 4 e 5 com 1, 1, 2 e 3 respostas respetivamente.

5.9.4 Aplicações de Novas Tecnologias (RA, Digital Twin...)

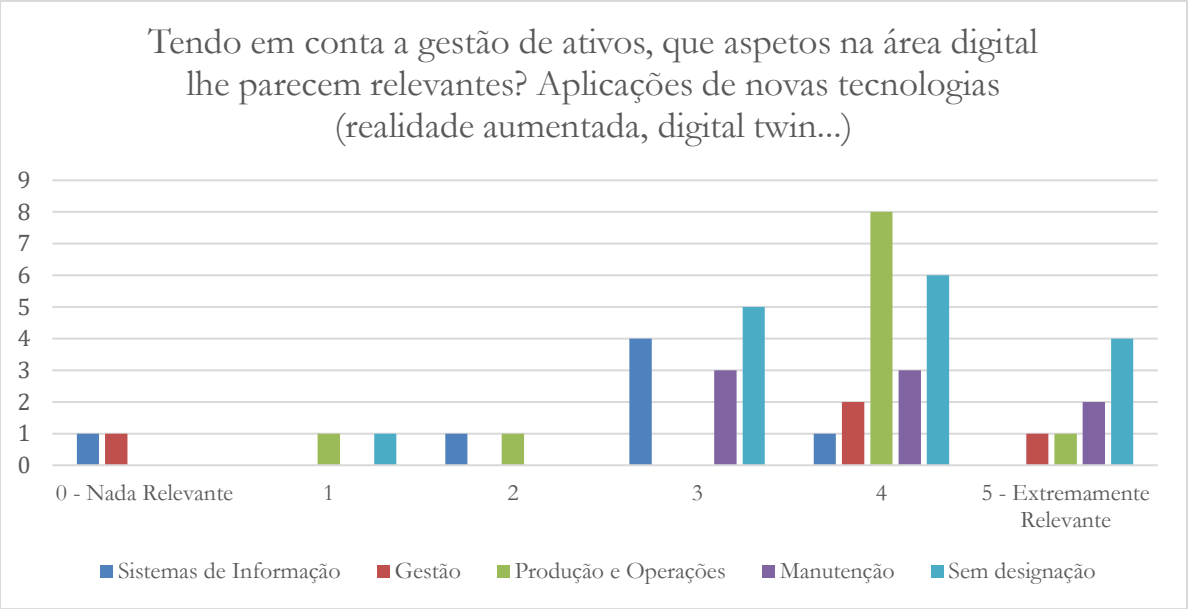


Gráfico 54 - Relevância das Aplicações de Novas Tecnologias

Em relação às Aplicações de novas tecnologias (Realidade Aumentada - RA, Digital Twin...), como se observa no Gráfico 54, podem-se destacar as 8 respostas dos profissionais da Produção e Operações referentes ao nível de relevância 4, uma distribuição das respostas, por parte dos profissionais da manutenção, pelos níveis 3, 4, e 5 com 3, 3 e 2 respostas. Também se pode considerar relevante as 4 respostas ao nível 3 de relevância por parte dos profissionais dos Sistemas de Informação, como também se pode concluir que para este tópico, o nível de relevância com mais respostas é o nível 4.

5.9.5 Uso de Ferramentas de Inteligência Artificial (IA)

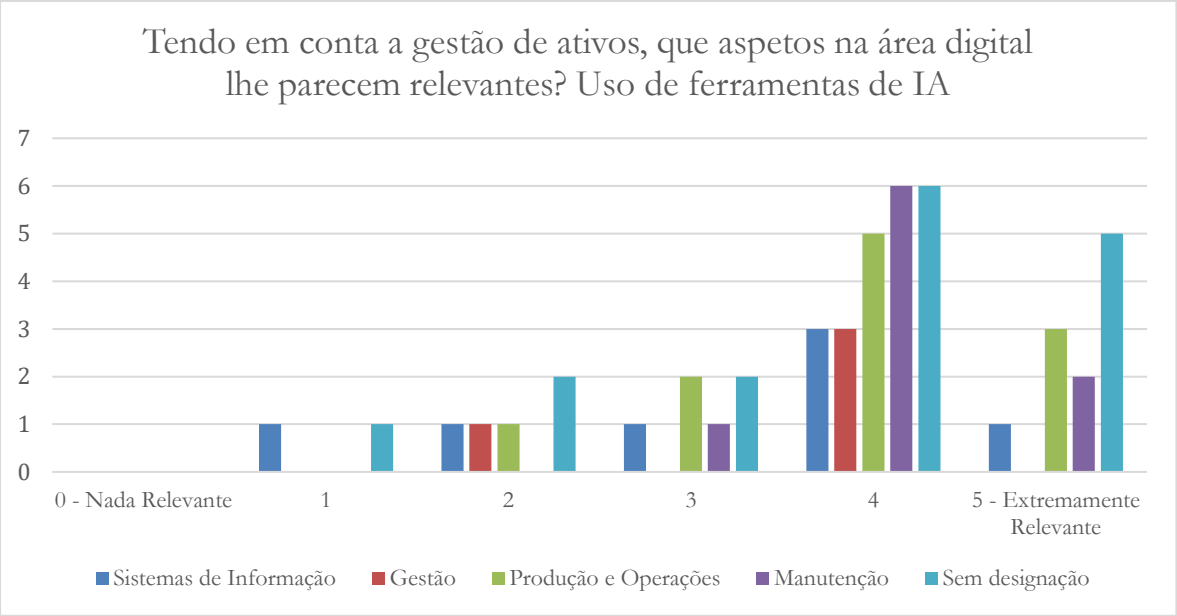


Gráfico 55 - Relevância do Uso de Ferramentas AI

No Gráfico 55, referente ao Uso de ferramentas AI, o nível de relevância 4 foi novamente o que obteve um maior número de respostas por parte dos profissionais, sendo o único gráfico, onde não houve qualquer resposta, por parte dos diversos profissionais, referente ao Nível "0 – Nada Relevante".

Os profissionais da Manutenção, atribuíram maioritariamente o nível 4 de relevância a esta pergunta, com 6 respostas. Já os profissionais da Produção e Operações atribuíram 5 respostas ao nível de relevância 4, no entanto também atribuíram 2 respostas ao nível 3 e 3 respostas ao nível 5. No caso dos profissionais dos Sistemas de Informação, percebe-se também que o nível de relevância a que estes profissionais atribuíram mais respostas, foi o 4.

5.10 Perspetiva Futura

Por último, tentou perceber-se, qual a perspetiva dos profissionais questionados em relação ao futuro da Transformação Digital e da Gestão de Ativos na empresa onde trabalham.

Qual a perspetiva futura da empresa na Transformação Digital?

Esta pergunta era composta por 4 escolhas múltiplas com as seguintes respostas possíveis:

a) Investimento previsto nos próximos tempos;
b) Manter e dar continuidade ao sistema atual;

c) Processo de implementação de transformação digital em curso em um ou mais setores da empresa;
d) O tema está a ser estudado.

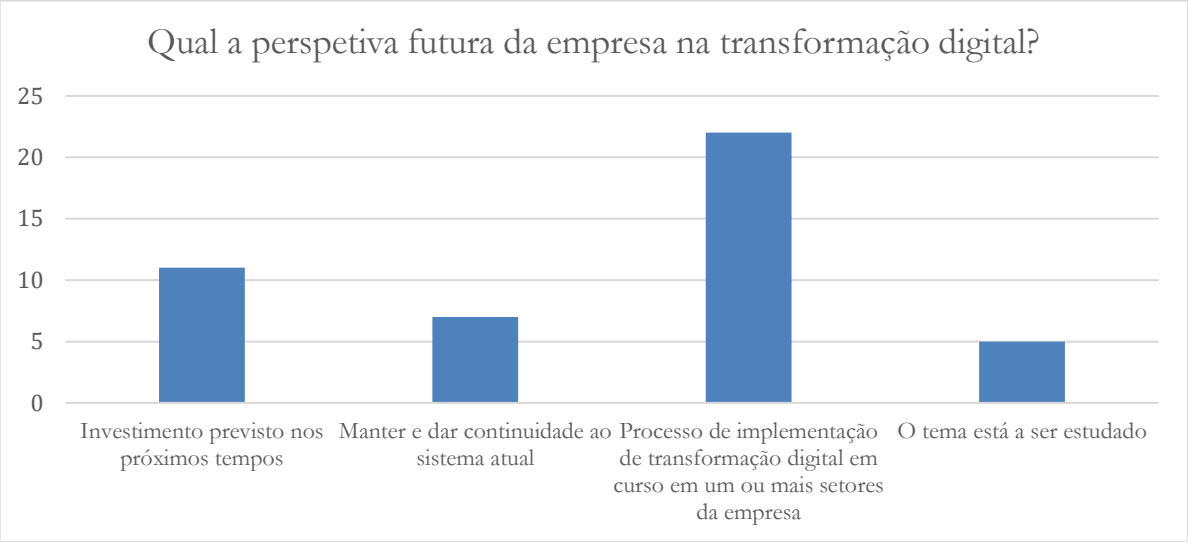


Gráfico 56 - Perspetiva Futura para a Transformação Digital

Analisando o Gráfico 56, entende-se que a principal perspetiva dos profissionais, em relação ao futuro da Transformação Digital na empresa onde trabalham foi "Processo de implementação de transformação digital em curso em um ou mais setores da empresa" com 22 respostas. Em segundo lugar, foi alvo de escolha a perspetiva "Investimento previsto nos próximos tempos" com 11 respostas.

Qual a perspetiva de futuro da empresa na Gestão de Ativos?

Esta pergunta era composta por 4 escolhas múltiplas com as seguintes respostas possíveis:

- Investimento previsto nos próximos tempos;
- Manter e dar continuidade ao sistema atual;
- Processo de implementação da gestão de ativos em curso em um ou mais setores da empresa;
- O tema está a ser estudado.

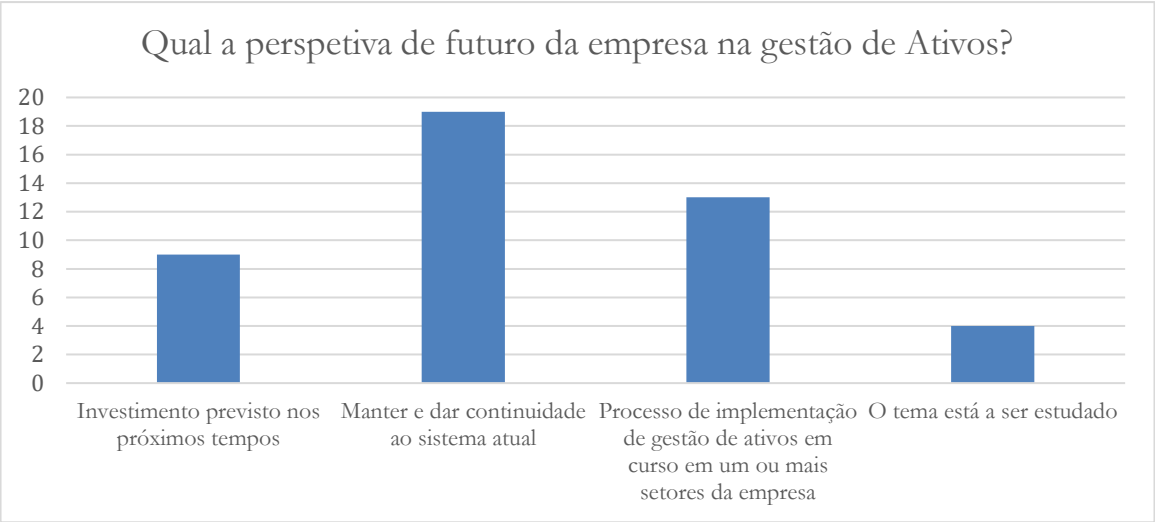


Gráfico 57 - Perspetiva Futura para a Gestão de Ativos

No Gráfico 57, pode observar-se quais as perspetivas, dos profissionais questionados, para o futuro da empresa em relação á Gestão de Ativos. Com a informação presente no gráfico entende-se que a principal perspetiva dos profissionais é "Manter e dar continuidade ao sistema atual", com 19 respostas, seguindo pelas perspetivas "Processo de implementação da gestão de ativos em curso em um ou mais setores da empresa" e "Investimento previsto nos próximos tempos" com 13 e 9 respostas respetivamente.

5.11 Comparação das Perspetivas Futuras da Empresa (GA e TD)

Para análise aos seguintes gráficos as escolhas múltiplas "Processo de implementação de transformação digital em curso em um ou mais setores da empresa" e "Processo de implementação da gestão de ativos em curso em um ou mais setores da empresa", foram alteradas para "Processo de implementação em curso em um ou mais setores da empresa" para possibilitar a comparação das respostas à perspetiva futura de ambos os tópicos.

As restantes opções não foram alvo de qualquer alteração, sendo o resultado final o seguinte:

- Investimento previsto nos próximos tempos;
- Manter e dar continuidade ao sistema atual;
- Processo de implementação em curso em um ou mais setores da empresa;
- O tema está a ser estudado.

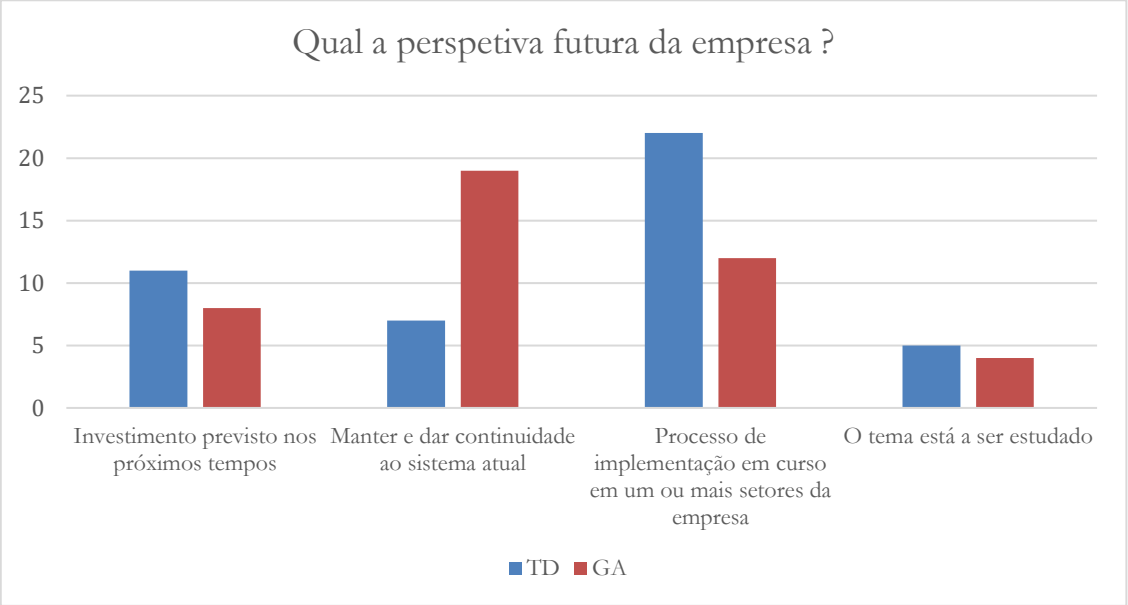


Gráfico 58 - Comparação de Perspetivas Futuras

Com esta comparação, presente no Gráfico 58, é notório que as perspetivas para o futuro da Transformação Digital e da Gestão de Ativos são diferentes. No caso da Transformação Digital a perspetiva mais escolhida foi "Processo de implementação em curso em um ou mais setores da empresa" com 22 respostas, já no caso da Gestão de Ativos, a perspetiva com mais escolhas foi "Manter e dar continuidade ao sistema atual" com 19 respostas.

Já a perspetiva futura com menos respostas, foi em ambos os casos "O tema está a ser estudado", com 5 respostas para a Transformação Digital e 4 para a Gestão de Ativos.

5.11.1 Indústria Transformadora

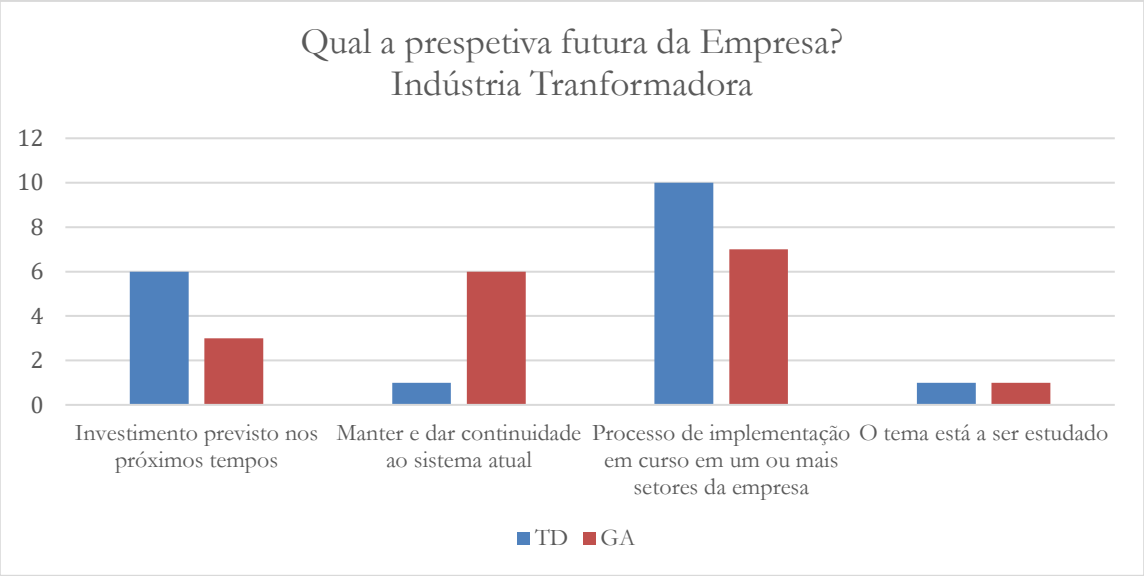


Gráfico 59 - Comparação de Perspetivas Futuras na Indústria Transformadora

Como se percebe no Gráfico 59, os profissionais que trabalham na indústria transformadora, têm como perspetiva de futuro para a transformação digital, o "Investimento previsto nos próximos tempos" com 6 respostas e o "Processo de implementação de transformação digital em curso em um ou mais setores da empresa" com 10 respostas.

No que diz respeito à Gestão de Ativos, as Respostas foram mais dispersas, com 3 respostas para "Investimento previsto nos próximos tempos", com 6 respostas para "Manter e dar continuidade ao sistema atual" e 7 respostas para "Processo de implementação de gestão de ativos em curso em um ou mais setores da empresa".

5.11.2 Indústria Automóvel

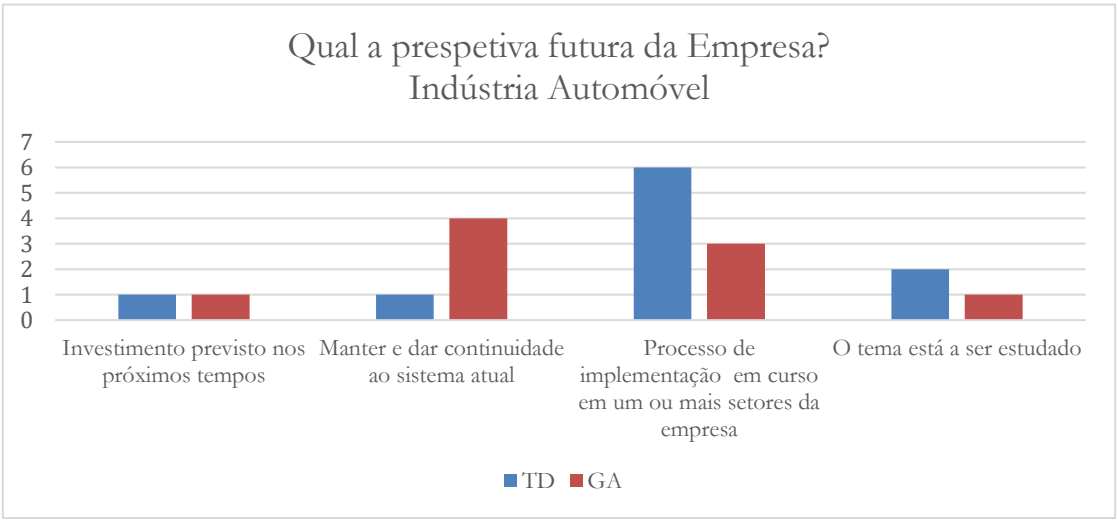


Gráfico 60 - Comparação de Perspetivas Futuras na Indústria Automóvel

Em relação à indústria Automóvel, pode observar-se no Gráfico 60, que no caso da Transformação Digital, as respostas estão em maioria, concentradas na opção de perspetiva futura "Processo de implementação de transformação digital em curso em um ou mais setores da empresa" com 6 respostas. Já no caso da Gestão de Ativos, as respostas estão distribuídas em grande parte pelas perspetivas futuras "Manter e dar continuidade ao sistema atual" com 4 respostas e "Processo de implementação de gestão de ativos em curso em um ou mais setores da empresa" com 3 respostas.

5.11.3 Outras Empresas

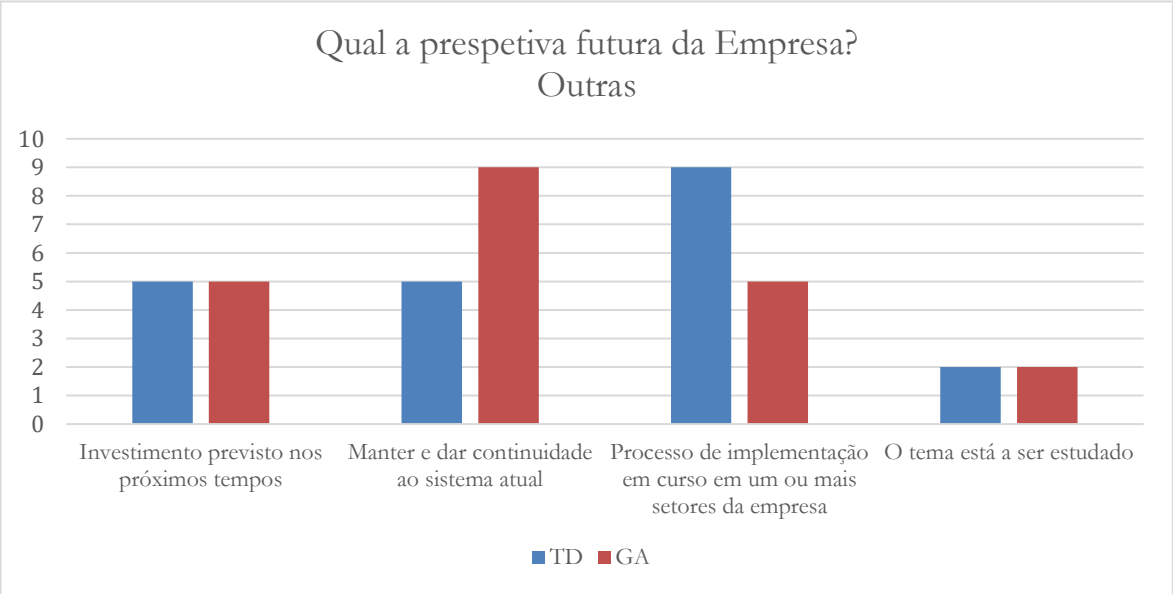


Gráfico 61 - Comparação de Perspetivas Futuras nas Outras Empresas

Por último, no Gráfico 61, observa-se a compilação das respostas dos profissionais que trabalham em outras empresas de diferentes setores. Com a análise do gráfico, entende-se que no que diz respeito à Transformação Digital, as respostas estão distribuídas por "Investimento previsto nos próximos tempos", "Manter e dar continuidade ao sistema atual" e "Processo de implementação de transformação digital em curso em um ou mais setores da empresa", com 5, 5, e 9 respostas respetivamente. Em relação à Gestão de Ativos as respostas também estão distribuídas pelas mesmas 3 opções, por "Investimento previsto nos próximos tempos", "Manter e dar continuidade ao sistema atual" e "Processo de implementação de gestão de ativos em curso em um ou mais setores da empresa", com 5, 9, e 5 respostas respetivamente.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

6.1 Conclusão

O presente estudo teve como principal objetivo, avaliar a integração das novas tecnologias na Gestão de Ativos, na indústria portuguesa, através da aplicação de um questionário aos profissionais com diferentes funções académicas nas áreas da Gestão e Engenharia, com cargos superiores, de setores como indústria Automóvel e indústria Transformadora. Esse questionário teve como propósito, perceber se as empresas fazem Gestão de Ativos, que tecnologias utilizam para esse fim, qual o estado da maturidade da Gestão de Ativos e da Transformação Digital, quais as tecnologias com mais relevância na Gestão dos Ativos e quais as perspetivas de futuro para esta área. Para tal, foi necessário conhecer e compreender os conceitos de Gestão de Ativos, Transformação Digital, como também todos os aspetos relevantes em volta destes temas. Foi necessário, também, perceber qual o objetivo dos Modelos de Maturidade bem como, entender quais dos modelos existentes das áreas da Gestão de Ativos e da Transformação Digital, poderiam ser aplicados a este estudo.

Seguidamente, foi realizada uma análise bibliométrica às publicações existentes sobre os conceitos "Gestão de Ativos" e "Transformação Digital", de forma a perceber que publicações existem sobre estes temas e quais os principais conceitos abordados. Como já abordado anteriormente, a pesquisa revela que há uma maior abundância de publicações sobre esses assuntos, abordando normas como a ISO 55001. Este estudo destaca a necessidade de uma análise nacional para identificar a forma como as empresas integram a tecnologia na Gestão de Ativos. A Turquia lidera o número de publicações citadas, com destaque também para Reino Unido, Austrália e Portugal onde se verifica, a existência de um aumento na produção científica entre 2020 e 2023.

Após a elaboração de um esboço do questionário inicial, percebeu-se a necessidade de validação, por peritos, na formulação de algumas questões. Deste modo, foi feito um estudo de validação do questionário utilizando uma adaptação do método Delphi. O mesmo, demonstrou ser eficaz, ao permitir que especialistas avaliassem um questionário simples e direto sobre a relação entre Transformação Digital e a Gestão de Ativos nas empresas nacionais. As questões mais relevantes incidiram sobre a implementação de sistemas de Gestão de Ativos e os níveis de maturidade das empresas nas áreas da Gestão de Ativos e da Transformação Digital. A modificação deste método, demonstrou ser uma ótima opção para a criação e validação de um questionário curto e sucinto como é o caso deste questionário.

Após o questionário devidamente concluído e validado, foi enviado para profissionais de empresas nacionais. Depois de obtidas as respostas, os dados foram tratados e obtiveram-se os resultados que se analisaram posteriormente. Dessa

forma, foi possível perceber se as empresas utilizam as tecnologias na Gestão de Ativos, que importância dão às novas tecnologias para Gestão de Ativos e qual a perspetiva futura em relação à Gestão de Ativos e à Transformação Digital.

Com a análise dos resultados obtidos, inicialmente, perceciona-se que as empresas nacionais em estudo, apesar de maioritariamente afirmarem ter implementado um Sistema de Gestão de Ativos, apenas uma percentagem reduzida diz ser certificada pela norma EN ISO 55001, existindo o caso da Indústria automóvel em que nenhuma das empresas em estudo diz ser certificada pela norma. Assim sendo, realça-se a necessidade de promover a certificação pela norma EN ISO 55001 às empresas, principalmente às que tem um Sistema de Gestão de Ativos sem serem certificadas.

A análise qualitativa, proveniente da opinião dos profissionais que responderam ao questionário, ao estado da maturidade, tanto no que respeita à Gestão de Ativos, e à Transformação Digital, permitiu perceber quais os níveis de maturidade em que as empresas se encontram. Verificou-se que os profissionais atribuem, em média, um nível de maturidade superior à Transformação Digital, o que já era esperado e perfeitamente normal, sendo este conceito já abordado há muito mais tempo e muito mais estudado. O caso da Gestão de Ativos, apesar de ser realizada há alguns anos, é um conceito relativamente recente, surgindo as primeiras normas ISO em 2014, o que explica a falta de conhecimento por parte de alguns profissionais.

Com este trabalho sobre "A Transformação Digital na Gestão de Ativos", tinha-se por objetivo, perceber de que forma as novas tecnologias estavam integradas na Gestão de Ativos. Uma excelente forma de entender se as empresas utilizam as novas tecnologias para gerir os Ativos, é perceber se as mesmas utilizam softwares para essa finalidade. Posteriormente com a análise de resultados, percebeu-se que ainda há algumas empresas que não utilizam softwares para Gestão de Ativos, no entanto, a grande maioria já utiliza. O facto das empresas que dizem não utilizar este tipo de softwares, pode dever-se à falta de conhecimento sobre o que é a Gestão de Ativos, não tendo a noção de que a estão a fazer via software.

Já com o surgimento do *Big Data*, que possibilita o processamento de um elevado número de dados em tempo real, questionou-se a importância dos dados na Gestão de Ativos. Com as respostas obtidas, percebeu-se a elevada importância dos Dados para gerir os Ativos, com 75% dos profissionais a considerar este tópico relevante, pois quantos mais dados se tem sobre determinado equipamento (Ativo), mais fácil se torna a sua gestão. Tendo em conta os resultados, foi feita uma comparação à opinião dos diferentes profissionais que operam em diferentes áreas. Com essa comparação, entende-se que para os profissionais da "Manutenção" e da "Produção e Operações" a utilização dos dados é de elevada importância, pois estes profissionais trabalham diretamente com os ativos, e percebem a importância da gestão dos mesmos. No caso dos profissionais dos "Sistemas de Informação", muitos destes trabalham diretamente com o processamento e análise de dados e,

apesar de não atribuírem tanta importância como os profissionais da "Manutenção" e da "Produção e Operações", continuam a considerar estes temas relevantes.

Relativamente aos sistemas de informação, questionou-se a utilização dos mesmos na Gestão do ciclo de vida dos Ativos nas empresas, tendo como resultado geral, uma grande diferença de opiniões, sendo pouco maior a percentagem de empresas que dizem ter um sistema de informação na gestão do ciclo de vida dos ativos. Apenas no caso da Indústria Transformadora é que há uma maior diferença entre a percentagem de empresas que que dizem ter um sistema de informação na gestão do ciclo de vida dos ativos e as que dizem não ter, sendo a percentagem de empresas que utiliza de 73%, ou seja, bastante maior. Isto deve-se à existência de ativos de elevado valor neste tipo de empresas em comparação com as restantes em estudo, necessitando estas de dar uma maior relevância ao ciclo de vida dos ativos, sendo que estes necessitam de uma monitorização constante e eficaz.

No questionário que foi realizado, um dos tópicos abordados foi a relevância de algumas integrações tecnológicas na Gestão de Ativo, como: Uso de Softwares; Sensorização dos equipamentos/linhas de produção/fábricas; Digitalização dos processos administrativos/Workflow; Aplicações de novas tecnologias (realidade aumentada, digital twin...); Uso de ferramentas de IA. Comparando a média de respostas, entende-se que as primeiras integrações tecnológicas foram consideradas em média, mais relevantes, sendo as "Aplicações de novas tecnologias (realidade aumentada, digital twin...)" considerada a menos relevante, seguidamente pelo "Uso de ferramentas de IA", possivelmente por serem tecnologias recentes, nas quais ainda existe algum desconhecimento por falta de informação da forma como estas podem ser aplicadas na Gestão de Ativos.

Por último, fez se uma análise às perspetivas que os profissionais têm para o futuro da empresa, onde exercem funções. Com a respetiva análise, percebe-se que no caso da Transformação Digital, a principal perspetiva de futuro foi a opção "Processo de implementação de transformação digital em curso em um ou mais setores da empresa", ou seja, o processo de implementação de novos meios tecnológicos está a ser implementado e continuará futuramente, pois com os avanços tecnológicos constantes, estes processos estão em constante mudança, sendo que têm de ser atualizados frequentemente para fazer face à concorrência. Em relação à gestão de ativos, a opção mais escolhida foi "Manter e dar continuidade ao sistema atual", ou seja, manter o processo atual de Gestão de Ativos. Seguidamente foram comparadas as perspetivas dos profissionais da Indústria Automóvel e da Indústria Transformadora e no caso da Transformação Digital, em ambos os sectores a perspetiva com mais escolhas continua a ser o "processo de implementação em curso em um ou mais setores da empresa", pois sendo este um tema mais estudado, apesar de serem empresas diferentes, as opiniões já estão mais consolidadas. Pelo contrário, em relação à Gestão de Ativos, as repostas estão divididas pelas opções que dizem respeito a "manter e dar continuidade ao sistema atual" e "processo de implementação em curso em um ou mais setores da empresa", o que é normal, pois

as empresas que já têm o processo implementado, querem mantê-lo e, as que estão em processo de implementação de um Sistema Gestão de Ativos preveem que se continue a dar continuidade, e quem sabe, uma possível certificação futura pela ISO 55001.

Com a análise de resultados obtidos tinha-se como objetivo, responder às primeiras 10 questões de investigação propostas, no entanto a questão 11 também foi respondida:

1. <u>De que forma a tecnologia está interligada com a gestão de ativos no meio empresarial português?</u>

   Com o estudo realizado, entendeu-se que em grande parte, na indústria nacional, a tecnologia está interligada com a Gestão de Ativos através de *Softwares*, Sistemas de informação para análise do ciclo de vida, Análise de dados. Também em grande parte dos casos, foi atribuída relevância à utilização de Inteligência Artificial e de Sensores, entre outras novas tecnologias;

2. <u>Quais os tipos de empresas em estudo que já estão certificadas pela ISO 55001 em Portugal?</u>

   De todas as empresas o setor em estudo que revela uma maior percentagem de certificações pela ISO 55001 é a Indústria Transformadora, devendo-se a estas, na sua maioria, serem detentoras de Ativos de elevado Valor;

3. <u>Quais as percentagens de empresas em estudo que já estão certificadas pela ISO 55001 em Portugal?</u>

   Da análise de resultados, feita no capítulo 5 conclui-se que a percentagem das empresas em estudo que são certificadas pela ISO 55001 é de 5%;

4. <u>As empresas em Portugal dão importância à gestão de ativos?</u>

   Consegue-se perceber que as empresas dão importância à Gestão de Ativos, apesar de poucas das empresas serem certificadas, a maioria diz ter um SGA integrado, atribuindo relevância a diversos aspetos tecnológicos para auxiliar essa gestão;

5. <u>As empresas em Portugal têm um sistema de gestão de ativos?</u>

   Complementado a resposta à questão anterior, 70% das empresas em estudo têm implementado um SGA;

6. <u>Qual a maturidade da gestão de ativos nas empresas portuguesas?</u>

   A resposta a esta pergunta pode ser entendida pela análise do Gráfico 23 do Capítulo 5, a maturidade das empresas portuguesas está em média no nível 2 segundo a escala de maturidade utilizada;

7. <u>Qual a perspetiva futura da empresa na transformação digital?</u>

Entende-se que em alguns casos, há investimento previsto para os próximos tempos, já na maioria, o processo de implementação da Transformação Digital está em curso em um ou mais setores da empresa;

8. De que forma a tecnologia pode influenciar a gestão de ativos no futuro?

As novas tecnologias podem ter um papel bastante relevante no futuro da Gestão de Ativos, com a integração de novas tecnologias como a Inteligência Artificial; com o surgimento constante de novos e melhorados *softwares* de Gestão de Ativos e dos seus ciclos de vida; através do *Digital Twin*, Realidade Aumentada, sensores, Ciência de Dados e *Big Data;*

9. Qual a visão dos gestores, chefias, entre outros cargos superiores, em relação ao futuro da gestão de ativos das empresas em Portugal?

A grande parte das respostas foi de manter e dar continuidade ao sistema atual. Em alguns casos continuar o processo de implementação da gestão de ativos em um ou mais setores da empresa, e ainda há alguma relevância para casos em que há investimento previsto para os próximos tempos.

10. Qual a importância da tecnologia na gestão do ciclo de vida dos ativos empresariais?

Na resposta a esta pergunta, podemos verificar na análise do Gráfico 40 do Capítulo 5, percebe-se que existe alguma relevância na utilização de meios tecnológicos para Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos. Com mais de metade (57%) das empresas, ao indicarem que utilizam um sistema de informação para Gestão do Ciclo de Vida dos Ativos;

11. Descobrir que tópicos da utilização da tecnologia na gestão de ativos, nas empresas portuguesas, têm maior relevância.

O Gráfico 50 do Capítulo 5, responde de forma direta a esta pergunta e denota-se que os tópicos com mais relevância, no que respeita a utilização de Tecnologia na gestão de ativos são: Uso de Softwares; Sensorização dos equipamentos/linhas de produção/fábricas; Digitalização dos processos administrativos/Workflow;

Concluindo, com este estudo percebe-se que a Gestão de Ativos, à data, apesar de ser um tema relativamente recente, já está a ter um papel bem assente nas empresas nacionais e em crescimento. Na amostra de dados recolhidos, verifica-se a tendência crescente por parte das empresas em integrar as novas tecnologias na Gestão de Ativos. Esta integração, reflete o esforço das organizações em modernizar os seus processos, com o objetivo de uma maior eficiência e controlo. A adoção destas tecnologias, como a Inteligência Artificial, *Digital Twin,* Utilização de softwares, Realidade Aumentada, entre outras, permite a otimização da gestão de ativos, resultando numa melhor tomada de decisão e numa rentabilização e controlo mais eficaz dos investimentos. Assim sendo, prevê-se um crescimento significativo nesta

área da Gestão de Ativos, tanto em termos de inovação como de competitividade de mercado.

Com a realização deste trabalho final de Mestrado, considero que os objetivos estabelecidos inicialmente foram atingidos. Com este, tive a oportunidade de aplicar alguns conhecimentos adquiridos ao longo do mestrado, o que me permitiu não só consolidar, mas também aprofundar a minha perceção sobre as diversas temáticas abordadas, principalmente da área da Gestão de Ativos. A aplicação destes conhecimentos, permitiu-me desenvolver uma maior capacidade de análise e opinião crítica e uma visão estratégica, que serão fundamentais para o meu futuro.

6.2 Trabalhos Futuros

No seguimento deste trabalho, seria relevante, responder às restantes questões de investigação que ficaram sem resposta, visto que dessa forma iria enriquecer a análise dos resultados do questionário. As questões são as seguintes:

12. Relacionar os modelos de Maturidade com o impacto dos dados na gestão de ativos.
13. As empresas que utilizam softwares têm níveis de maturidade mais elevados?
14. As empresas que têm um sistema de informação na gestão do ciclo de vida dos ativos têm níveis de maturidade mais elevados?
15. As empresas que têm um sistema de informação na gestão do ciclo de vida dos ativos consideram mais importante o uso da tecnologia?

Futuramente com base neste trabalho, seria interessante aumentar o leque de amostras do questionário, de forma a possibilitar uma comparação entre empresas dos mais variados setores industriais que atuam em Portugal.

Outro tópico com bastante relevância a ser a realizado, seria uma análise quantitativa á maturidade da Gestão de Ativos e da Transformação Digital, aplicada às empresas nacionais, através de modelos de maturidade existentes, de forma a proporcionar a obtenção da maturidade real dessas empresas, através de cálculos.

Por último, a realização de um modelo de maturidade e respetiva escala de avaliação, que avalie a maturidade da Transformação Digital na Gestão de Ativos, ou seja, a criação de um modelo de maturidade que faça uma junção da Gestão de Ativos e da Transformação Digital de modo que avalia a maturidade da integração das novas tecnologias na Gestão de ativos. Posteriormente esse novo modelo de maturidade deverá ser testado e validado para futuramente ser utilizado.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, N. (2023). Fundamentos e perspetivas de inovação na gestão de ativos de engenharia. RAE-Revista de Ativos de Engenharia, 1(1), 05-16. https://doi.org/10.29073/rae.v1i1.644

Almeida, N., Gaspar, D., Sobral, J., Alegre, H., Brito, R., Ribeiro, M., Ramos, L., Patricio, H., Cabrita, A., Barreto, P., Ganilho, E., Neves, C., Ramalho, P., Duarte, M., Reguenga, D., Costa, P., & Clara, J. (2021). A GESTÃO DE ATIVOS E O PAPEL DA NORMALIZAÇÃO EM PORTUGAL. https://doi.org/10.1007/978-3-031-25448-2_65

Anifa, M., Ramakrishnan, S., Joghee, S., Kabiraj, S., & Bishnoi, M. M. (2022). Fintech innovations in the financial service industry. Journal of Risk and Financial Management, 15(7), 287. https://doi.org/10.3390/jrfm15070287

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. Journal of informetrics, 11(4), 959-975. https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007

ATTENCIA, G. F. (2020). Transformação digital na gestão dos ativos: Análise das tecnologias adotadas e o processo de gestão. Revista Espacios, 41(17). ISSN 0798 1015

Bontis, N., Dragonetti, N. C., Jacobsen, K., & Roos, G. (1999). The knowledge toolbox:: A review of the tools available to measure and manage intangible resources. European management journal, 17(4), 391-402. https://doi.org/10.1016/S0263-2373(99)00019-5

Branca, T. A., Fornai, B., Colla, V., Murri, M. M., Streppa, E., & Schröder, A. J. (2020). The challenge of digitalization in the steel sector. Metals, 10(2), 288. https://doi.org/10.3390/met10020288.

Brunet, M., Motamedi, A., Guénette, L. M., & Forgues, D. (2019). Analysis of BIM use for asset management in three public organizations in Québec, Canada. Built Environment Project and Asset Management, 9(1), 153-167. https://doi.org/10.1108/BEPAM-02-2018-0046

Canetta, L., Barni, A., & Montini, E. (2018). Development of a Digitalization Maturity Model for the Manufacturing Sector. 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), 1–7. https://doi.org/10.1109/ICE.2018.8436292

Cardoso, T. N. R. (2017). Metodologias de Gestão de Ativos na perspetiva do prestador de serviços de manutenção [masterThesis, Instituto Politécnico de Setúbal. Escola Superior de Ciências Empresariais]. https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/19760

Castillo-Vergara, M., Alvarez-Marin, A., & Placencio-Hidalgo, D. (2018). A bibliometric analysis of creativity in the field of business economics. Journal of business research, 85, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.12.011

Cegid Primavera. (2023). Cegid Primavera. PRIMAVERA BSS. https://pt.primaverabss.com/pt/

Chen, J., Lim, C. P., Tan, K. H., Govindan, K., & Kumar, A. (2021). Artificial intelligence-based human-centric decision support framework: an application to predictive maintenance in asset management under pandemic environments. Annals of Operations Research, 1-24. https://doi.org/10.1007/s10479-021-04373-w

Ciliberti, F. G., Berardi, L., Laucelli, D. B., & Giustolisi, O. (2021, October). Digital transformation paradigm for asset management in water distribution networks. In 2021 10th International conference on energy and environment (CIEM) (pp. 1-5). IEEE. https://doi.org/10.1109/CIEM52821.2021.9614864

Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. Journal of the American Society for information Science and Technology, 62(7), 1382-1402. https://doi.org/10.1002/asi.21525

Coelho, R. (2015). Aplicação do conceito de Gestão de Ativos Físicos numa Estação Elevatória de Águas [Instituto Superior de Engenharia de Lisboa]. http://hdl.handle.net/10400.21/5533

Cóppola, G. (2020, julho 15). Gestão de ativos: O que é e como fazer na sua empresa? Rabbot | Automatize sua Gestão de Frotas. https://rabbot.co/blog/gestao-de-ativos/

Crespo Marquez, A., Gomez Fernandez, J. F., Martínez-Galán Fernández, P., & Guillen Lopez, A. (2020). Maintenance management through intelligent asset management platforms (IAMP). Emerging factors, key impact areas and data models. Energies, 13(15), 3762. https://doi.org/10.1108/13552510910961110

D'Alesio, C. (2012). Maturity assessment of physical asset management practices in manufacturing plants and infrastructures. https://hdl.handle.net/10589/69104

Donohoe, H., Stellefson, M., & Tennant, B. (2012). Advantages and limitations of the e-Delphi technique: Implications for health education researchers. American Journal of Health Education, 43(1), 38-46. https://doi.org/10.1080/19325037.2012.10599216

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. Journal of business research, 133, 285-296. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Drucker, P. (2012). Post-capitalist society. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780080938233

EN ISO 55000. (2014). ISO 55000: 2014: Asset management–overview, principles and terminology. ISO Geneva, Switzerland.

EN ISO 55001. (2014). 55001:2014 Asset Management—Management Systems—Requirements. ISO Geneva, Switzerland.

Evans, N., & Price, J. (2020). Development of a holistic model for the management of an enterprise's information assets. International Journal of Information Management, 54, 102193. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102193

EZOfficeInventory. (2023). Asset Tracking Software—EZOfficeInventory. EZO.Io. https://ezo.io/ezofficeinventory/

Ferreira, L. A., Sobral, J., & Farinha, J. T. (2014). LCC-Life Cycle Cost, its relevance to Physical Asset Management. Conference: 22nd European Congress & Expo on Maintenance and Asset Management / 6th World Congress & Global Forum on Maintenance and Asset ManagementAt: Helsinki - FinlandVolume: ISBN 978-952-67981-1-0

Figueiredo, J., Pinto, R., Braga, D., Farinha, J. T., & Raposo, H. (2023). Avaliação do impacto de um sistema informático de gestão da manutenção para apoio à implementação de sistemas de gestão de ativos pela NORMA ISO 55001. RAE-Revista de Ativos de Engenharia, 1(2), 71-85. https://doi.org/10.29073/rae.v1i2.683

Gaspar, D. A. E. M. M., Reguenga, D., Almeida, N., & Sobral, J. (2022). A manutenção na Gestão de ativos. Manual de manutenção em edificações: estudos, técnicas e aplicações, (1ª ed.), 155-174. http://hdl.handle.net/10400.19/7603

Gökalp, E., & Martinez, V. (2021). Digital transformation capability maturity model enabling the assessment of industrial manufacturers. Computers in Industry, 132, 103522. https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103522

Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017). Development of an assessment model for industry 4.0: industry 4.0-MM. In Software Process Improvement and Capability Determination: 17th International Conference, SPICE 2017, Palma de Mallorca, Spain, October 4–5, 2017, Proceedings (pp. 128-142). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_10

Green, S. (2020). A digital start-up project–carm tool as an innovative approach to digital government transformation. Computer Systems Science and Engineering, 35(4), 257-269. https://doi.org/10.32604/csse.2020.35.257

Guimarães, A., Reis, P., & Charrua-Santos, F. (2023). Industry 4.0-Assessment of Digital Readiness of Manufacturing Companies in Portugal. In 2023 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM) (pp. 0557-0561). IEEE. https://doi.org/10.1109/IEEM58616.2023.10406601

Han, M., Kim, Y., Park, H., & Kim, D. H. (2018). A study on the asset smart management system based on IOT. International Journal of Engineering and Technology (UAE), 7(2), 110-114. https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.12.11103

Hasson, F., Keeney, S., & McKenna, H. (2000). Research guidelines for the Delphi survey technique. Journal of advanced nursing, 32(4), 1008-1015. https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2000.t01-1-01567.x

Hastings, N. A. J. (2021). Introduction to Asset Management. Em N. A. J. Hastings (Ed.), Physical Asset Management: With an Introduction to the ISO 55000 Series of Standards (pp. 1–24). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62836-9_1

Hole, G., Hole, A. S., & McFalone-Shaw, I. (2021). Digitalization in pharmaceutical industry: What to focus on under the digital implementation process?. International Journal of Pharmaceutics: X, 3, 100095. https://doi.org/10.1016/j.ijpx.2021.100095

Hood, W. W., & Wilson, C. S. (2001). The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. Scientometrics, 52, 291-314. https://doi.org/10.1023/A:1017919924342

Hua, L., Junguo, Z., & Fantao, L. (2014). Internet of things technology and its applications in smart grid. *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering*, *12*(2), 940-946. http://dx.doi.org/10.11591/telkomnika.v12i2.4178

IAM. (2015). Institute Asset Management—An Anatomy (Vol. 3). Bristol, United Kingdom: The Institute Asset Management.

IBM. (2021, março 8). IBM Documentation. https://www.ibm.com/docs/en/mam/7.6.0.9?topic=overview-introduction-maximo-asset-management

IMPULS. (2015). INDUSTRIE 4.0 READINESS. https://impuls-stiftung.de/wp-content/uploads/2022/05/Industrie-4.0-Readiness-english.pdf

Infor EAM. (2023). HxGN EAM (formerly Infor EAM). Infor. https://www.infor.com/hexagon-eam

Jan, Z., Ahamed, F., Mayer, W., Patel, N., Grossmann, G., Stumptner, M., & Kuusk, A. (2023). Artificial intelligence for industry 4.0: Systematic review of applications, challenges, and opportunities. Expert Systems with Applications, 216, 119456. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119456

Jeong, D. H., Cho, K., Park, S., & Hong, S. K. (2016). Effects of knowledge diffusion on international joint research and science convergence: Multiple case studies in the fields of lithium-ion battery, fuel cell and wind power. Technological Forecasting and Social Change, 108, 15–27. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.017

João, S. M. C. (2019). Metodologia BIM aplicada à gestão de ativos (Master dissertation, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa). http://hdl.handle.net/10400.21/10200

Jones, M., Williams, W., & Stillman, J. (2014). The evolution of asset management in the water industry. Journal AWWA, 106(8), 140–148. https://doi.org/10.5942/jawwa.2014.106.0114

Keeney, S., McKenna, H. A., & Hasson, F. (2011). The Delphi technique in nursing and health research. John Wiley & Sons. ISBN978-1-4051-8754-1

Kinnunen, S. K., Hanski, J., Marttonen-Arola, S., & Kärri, T. (2017). A framework for creating value from fleet data at ecosystem level. Management Systems in Production Engineering, 25(3), 163-167. https://doi.org/10.1515/mspe-2017-0024

Koumou, K. O., & Isafiade, O. (2024). Asset Management Trends in Diverse Settings In-volving Immersive Technology: A Systematic Literature Review. IEEE Access. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3461548

Lafioune, N., Desmarest, A., Poirier, É. A., & St-Jacques, M. (2023). Digital transformation in municipalities for the planning, delivery, use and management of infrastructure assets: Strategic and organizational framework. Sustainable Futures, 6, 100119. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2023.100119

Lafioune, N., Poirier, E. A., & St-Jacques, M. (2024). Managing urban infrastructure assets in the digital era: challenges of municipal digital transformation. Digital Transformation and Society, 3(1), 3-22. https://doi.org/10.1108/DTS-02-2023-0010

Laney, D. B. (2017). Infonomics: how to monetize, manage, and measure information as an asset for competitive advantage. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315108650

Lilja, K. K., Laakso, K., & Palomäki, J. (2011, July). Using the Delphi method. In 2011 Proceedings of PICMET'11: Technology Management in the Energy Smart World (PICMET) (pp. 1-10). IEEE. ISSN: 2159-5100

Liu, M., Liu, H.-F., & Lee, C.-C. (2024). An empirical study on the response of the energy market to the shock from the artificial intelligence industry. Energy, 288, 129655. https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129655

Ma, Z., Zhou, L., & Sheng, W. (2014, September). Analysis of the new asset management standard ISO 55000 and PAS 55. In 2014 China International Conference on Electricity Distribution (CICED) (pp. 1668-1674). IEEE. https://doi.org/10.1109/CICED.2014.6991990

Maletič, D., Maletič, M., Al-Najjar, B., & Gomišček, B. (2020). An analysis of physical asset management core practices and their influence on operational performance. Sustainability, 12(21), 9097. https://doi.org/10.3390/su12219097

Marques, J. B. V., & Freitas, D. D. (2018). Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. Pro-Posições, 29, 389-415. https://doi.org/10.1590/1980-6248-2015-0140

Marujo, M. Â. R. (2020). Modelo de avaliação dos processos de gestão de ativos físicos numa organização. Caso de estudo (pp. 1–118) [masterThesis, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa]. https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/13940

Mas-Tur, A., Roig-Tierno, N., Sarin, S., Haon, C., Sego, T., Belkhouja, M., ... & Merigó, J. M. (2021). Co-citation, bibliographic coupling and leading authors, institutions and countries in the 50 years of Technological Forecasting and Social Change. Technological Forecasting and Social Change, 165, 120487. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120487

Matos, J. P. da S. (2016). Custo do ciclo de vida como ferramenta para a gestão de ativos físicos [masterThesis]. http://hdl.handle.net/10400.26/17751

Matyi, H., Veres, P., Bányai, T., Tamás, P., & Demin, V. (2020). Digitalization in Industry 4.0: The role of mobile devices. Journal of Production Engineering, 75-78. https://doi.org/10.24867/JPE-2020-01-075

Moreira, M. D. C. D. A. P. (2010). O paradoxo em tecnologias de saúde: da racionalidade paramétrica à racionalidade estratégica [Dissertação de mestrado, Instituto Universitário de Lisboa]. Repositório Científico. https://www.iscte-iul.pt/tese/2923

Moretti, N., Ellul, C., Cecconi, F. R., Papapesios, N., & Dejaco, M. C. (2021). GeoBIM for built environment condition assessment supporting asset management decision making. Automation in Construction, 130, 103859. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103859

Niederberger, M., & Spranger, J. (2020). Delphi technique in health sciences: a map. Frontiers in public health, 8, 561103. https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00457

NP EN 55000. (2016). NP EN 55000—Gestão de ativos—Visão geral, princípios e terminologia. (Costa da Caparica, Portugal). Instituto Português da Qualidade.

NP EN 55001. (2016). NP EN 55001—Gestão de ativos—Sistema de gestão de ativos—Requesitos (Costa da Caparica, Portugal). Instituto Português da Qualidade.

O'Donovan, P., Leahy, K., Bruton, K., & O'Sullivan, D. T. (2015). An industrial big data pipeline for data-driven analytics maintenance applications in large-scale smart manufacturing facilities. Journal of big data, 2, 1-26. https://doi.org/10.1186/s40537-015-0034-z

Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. Information & management, 42(1), 15-29. https://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002

Okorie, O., Russell, J., Cherrington, R., Fisher, O., & Charnley, F. (2023). Digital transformation and the circular economy: Creating a competitive advantage from the transition towards Net Zero Manufacturing. Resources, Conservation and Recycling, 189, 106756. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106756

Oliveira, P. P. (2020). Digital twin development for airport management. Journal of Airport Management, 14(3), 246–259. Handle: RePEc:aza:jam000:y:2020:v:14:i:3:p:246-259

Oracle Enterprise. (2023). Oracle® Enterprise Asset Management User's Guide. https://docs.oracle.com/cd/E18727_01/doc.121/e13670/T259967T259970.htm

Pais, E., Raposo, H., Meireles, A., & Farinha, J. T. (2019). ISO 55001–A Strategic Tool for the Circular Economy–Diagnosis of the Organization's State. Journal of Industrial Engineering and Management Science, 1, 89-108. https://doi.org/10.13052/jiems2446-1822.2018.005

PAS 55. (2008). Part 1: Specification for the optimised management of physical assets. https://theiam.org/

Pereira, J., Raposo, H., Farinha, J. T., & de-Almeida-e-Pais, J. E. (2023). Physical assets life cycle analysis in a food industry company-case study. Archives of Food and Nutritional Science, 7(1), 012-029. https://doi.org/10.29328/journal.afns.1001045

Petronas. (2021, agosto 11). Digitalização de processos produtivos na indústria: Como implementar? Inovação Industrial. https://inovacaoindustrial.com.br/digitalizacao-de-processos-produtivos-na-industria-como-implementar/

PHC CS. (2023). PHC CS - Gestão Avançada para o Seu Negócio. SigmaCode. https://sigmacode.pt/phc-cs/

Prakash, A., & Ambekar, S. (2020). Digital transformation using blockchain technology in the construction industry. Journal of information technology case and application research, 22(4), 256-278. https://doi.org/10.1080/15228053.2021.1880245

Pylaeva, I. S., Podshivalova, M. V., Alola, A. A., Podshivalov, D. V., & Demin, A. A. (2022). A new approach to identifying high-tech manufacturing SMEs with sustainable technological development: Empirical evidence. Journal of Cleaner Production, 363, 132322. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132322

Raposo, H., Farinha, J. T., Pais. (2023). Modelos Econométricos para Análise do Ciclo de Vida de Ativos Físicos, 1ª, 2ª e 3ª Parte. Revista Manutenção, nº M 155, 156/157 e 158, ISSN 0870-0702.

Roe, D. (2019). Why information management plays a critical role in digital transformation. CMS Wire.

Sage X3. (2023). Sage X3—ERP | Sage PT. https://www.sage.com/pt-pt/sage-business-cloud/sage-x3

Saied, M., Guirguis, S., & Madbouly, M. (2024). Review of artificial intelligence for enhancing intrusion detection in the internet of things. Engineering Applications of

Artificial Intelligence, 127, 107231. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107231

Santos, R. C. (2018). Proposta de modelo de avaliação de maturidade da indústria 4.0 [masterThesis]. http://hdl.handle.net/10400.26/25346

SAP. (2023). Enterprise Asset Management (EAM) Software Solutions. SAP. https://www.sap.com/products/scm/asset-management-eam.html

SCOPUS. (2024). www.scopus.com.

ServiceChannel. (2023). Homepage. ServiceChannel. https://servicechannel.com/

Sobral, J., & Tancredo, F. (2023). Desenvolvimento E Aplicação De Metodologia De Avaliação Da Maturidade Em Gestão De Ativos. RAE-Revista de Ativos de Engenharia, 1(2), 01-15. https://doi.org/10.29073/rae.v1i2.708

Spranger, J., Homberg, A., Sonnberger, M., & Niederberger, M. (2022). Reporting guidelines for Delphi techniques in health sciences: A methodological review. Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen, 172, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.zefq.2022.04.025

Tancredo, F. V. P. (2018). Modelo para determinação da maturidade de uma organização na gestão de ativos físicos [masterThesis, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa]. http://hdl.handle.net/10400.21/8841

Tarhan, A., Turetken, O., & Reijers, H. A. (2016). Business process maturity models: A systematic literature review. Information and Software Technology, 75, 122–134. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2016.01.010

Toronto, C. (2017). Considerations when conducting e-Delphi research: A case study. Nurse researcher, Jun 22;25(1):10-15. doi: 10.7748/nr.2017.e1498.

Trequattrini, R., Lardo, A., Cuozzo, B., & Manfredi, S. (2022). Intangible assets management and digital transformation: evidence from intellectual property rights-intensive industries. Meditari Accountancy Research, 30(4), 989-1006. https://doi.org/10.1108/MEDAR-03-2021-1216

Trevelyan, E. G., & Robinson, P. N. (2015). Delphi methodology in health research: How to do it? European Journal of Integrative Medicine, 7(4), 423–428. https://doi.org/10.1016/j.eujim.2015.07.002

Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., ... & Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. Annals of internal medicine, 169(7), 467-473. https://doi.org/10.7326/M18-0850

UpKeekp. (2023). CMMS, EAM & IIoT Software by UpKeep Asset Operations Management | Try Free. onupkeep. https://www.upkeep.com/

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2018). Manual for VOSviewer version 1.6. 8. CWTS meaningful metrics. Universiteit Leiden.

Vieira, J., Clara, J., Patrício, H., Almeida, N., & Martins, J. P. (2021, August). Digital twins in asset management: Potential application use cases in rail and road infrastructures. In World Congress on Engineering Asset Management (pp. 250-260). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96794-9_23

Wang, M., & Yin, X. (2022). Construction and maintenance of urban underground infrastructure with digital technologies. Automation in Construction, 141, 104464. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104464

Xiangdong, X., Bo, L., & Jiannan, G. (2020). Asset management of oil and gas pipeline system Based on Digital Twin. IFAC-PapersOnLine, 53(5), 715-719. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.04.163

Xue, X., Li, B., & Gai, J. (2020). Asset management of oil and gas pipeline system Based on Digital Twin-ScienceDirect. IFAC-PapersOnLine, 53(5), 715-719. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.04.163

Younis, H. A., Eisa, T. A. E., Nasser, M., Sahib, T. M., Noor, A. A., Alyasiri, O. M., Salisu, S., Hayder, I. M., & Younis, H. A. (2024). A Systematic Review and Meta-Analysis of Artificial Intelligence Tools in Medicine and Healthcare: Applications, Considerations, Limitations, Motivation and Challenges. Diagnostics, 14(1), Artigo 1. https://doi.org/10.3390/diagnostics14010109

Zarili, T. F. T., Castanheira, E. R. L., Nunes, L. O., Sanine, P. R., Carrapato, J. F. L., Machado, D. F., ... & Nemes, M. I. B. (2021). Técnica Delphi no processo de validação do Questionário de Avaliação da Atenção Básica (QualiAB) para aplicação nacional. Saúde e Sociedade, 30, e190505. https://doi.org/10.1590/S0104-12902021190505

Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. Organizational research methods, 18(3), 429-472. https://doi.org/10.1177/10944281145626

ANEXO A - QUESTIONÁRIO FINAL ENVIADO AOS PROFISSIONAIS

1 - Qual a sua função na empresa?

2 - A empresa tem implementado um sistema de gestão de ativos?

Escolha a opção que se adequa à sua empresa:

- Sim
- Não

3 - Esta empresa é certificada pela norma ISO 55001?

Escolha a opção que se adequa à sua empresa:

- Sim
- Não

4 - Qual o Nível de maturidade em que a empresa se encontra em relação à gestão de ativos?

Escolha a opção que se adequa à sua empresa:

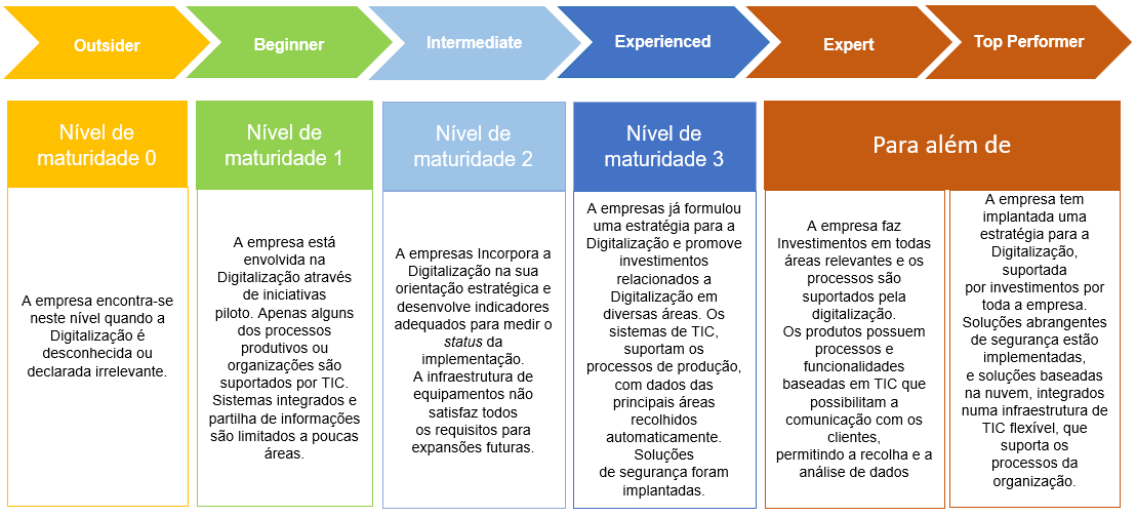
- Nível 0 - Inocência
- Nível 1 – Consciência
- Nível 2 – Desenvolvimento
- Nível 3 - Competência
- Nível 4 - Otimização
- Nível 5 – Excelência

5 - A empresa utiliza algum software para a gestão de Ativos?

Escolha a opção que se adequa à sua empresa:

- Sim
- Não

6 - Qual o nível de maturidade de digitalização da empresa?



Escolha a opção que se adequa à sua empresa:

- Nível 0 - Outsider
- Nível 1 - Beginner
- Nível 2 - Intermediate
- Nível 3 - Experienced
- Nível 4 - Expert
- Nível 5 – Top Performer

7 - Qual a perspetiva da empresa na transformação digital?

Escolha a opção que se adequa à sua empresa:

- A: Investimento previsto nos próximos tempos
- B: Manter e dar continuidade ao sistema atual
- C: Processo de implementação de transformação digital em curso em um ou mais setores da empresa
- D: O tema está a ser estudado

8 - Qual a perspetiva da empresa na gestão de Ativos?

Escolha a opção que se adequa à sua empresa:

- A: Investimento previsto nos próximos tempos
- B: Manter e dar continuidade ao sistema atual

- C: Processo de implementação de gestão de Ativos em curso em um ou mais setores da empresa
- D: O tema está a ser estudado

9 - Que impacto têm os dados na gestão dos Ativos?

Escolha a opção que se adequa à sua empresa:

- 0 - Nada importante
- 5 - Muito importante

10 - A sua empresa tem um sistema de informação na gestão do ciclo de vida dos ativos?

Escolha a opção que se adequa à sua empresa:

- Sim
- Não

11 - Tendo em conta a gestão de ativos, que aspetos na área digital lhe parecem relevantes?

Escolha a opção que se adequa à sua empresa:

a) Uso de Softwares

- 0 - Nada Relevante
- 5 - Extremamente Relevante

b) Sensorização dos equipamentos/linhas de produção/fábricas

- 0 - Nada Relevante
- 5 - Extremamente Relevante

c) Digitalização dos processos administrativos/Workflow

- 0 - Nada Relevante
- 5 - Extremamente Relevante

d) Aplicações de novas tecnologias (realidade aumentada, digital twin...)

- 0 - Nada Relevante
- 5 - Extremamente Relevante

e) Uso de ferramentas de AI

- 0 - Nada Relevante
- 5 - Extremamente Relevante

ANEXO B - ARTIGO APRESENTADO NO CONGREGA 2024 E PUBLICADO NA REVISTA DE ATIVOS E ENGENHARIA (RAE)

Método Delphi Modificado para Abordar a Transformação Digital na Gestão de Ativos

Modified Delphi Method for Insights on Digital Transformation in Asset Management

10.29073/rae.v2i2.935

Recebido: 24 de julho de 2024.
Aprovado: 2 de setembro de 2024.
Publicado: 20 de setembro de 2024.

Resumo

A utilização de um método de avaliação e de validação é de extrema importância para credibilizar e fortalecer a aceitação de conclusões sobre um determinado tema. Este artigo tem como objetivo descrever a adaptação da técnica Delphi no processo de validação do conteúdo de um questionário sobre a Transformação Digital na Gestão de Ativos. No estudo, participaram 25 especialistas da indústria portuguesa com experiência em Gestão de Ativos e Transformação Digital. O questionário abrangeu os seguintes temas: Gestão de Ativos, Transformação Digital, norma NP EN 55001, sistemas de informação e o ciclo de vida dos ativos. Adicionalmente, foram abordados os modelos de maturidade relacionados com a Gestão de Ativos e a Transformação Digital. Para a avaliação do nível de maturidade na Gestão de Ativos, foi utilizado o modelo do IAM (Institute of Asset Management), enquanto que para a avaliação do nível de maturidade digital foi utilizado o modelo VDMA/IMPULS. A técnica Delphi aplicada foi modificada para se adequar ao formato de um questionário, sendo realizada numa única ronda pelos especialistas. Os resultados mostraram uma taxa de resposta de 72%. Os especialistas chegaram a um consenso sobre as 15 perguntas apresentadas, com 10 questões validadas por unanimidade e bem classificadas, juntamente com algumas sugestões de melhoria, enquanto que 5 questões não obtiveram tanto consenso. Para a classificação e avaliação, foi utilizada a escala de Likert de 1 a 5, onde "1 – Nada relevante" e "5 – Extremamente relevante". Esta técnica Delphi modificada permitiu perceber tendências e vetores futuros na Gestão de Ativos e na Transformação Digital. O método Delphi contribuiu para o aprimoramento da formulação do questionário, sendo esta uma etapa intermediária num processo de validação iterativo. A opinião dos especialistas possibilitou a obtenção de feedbacks construtivos para a validação das questões e da estrutura do questionário a ser utilizado.

Palavras-Chave: Método Delphi; Gestão de Ativos; Transformação Digital.

ANEXO C – ARTIGO ACEITE PARA APRESENTAÇÃO NO CONGRESSO HELIX 2024 E PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA SPRINGER LECTURE NOTES IN MECHANICAL ENGINEERING (LNME)

Asset Management and the Digital Transformation of Companies in Portugal: A Thematic Literature Review

André Guimarães[1,2][0000-0001-6346-5719]; Samuel Messias[3][0009-0004-4593-1201]; Hugo Raposo[4][0000-0002-1682-5950] and Daniel Gaspar[1][0000-0002-8522-4905]

[1] CISeD - Research Centre for Digital Services - Polytechnic Institute of Viseu, Portugal
[2] CISE - Electomechatronic Systems Research Centre - University of Beira Interior, Covilhã, Portugal
[3] ISEC - Higher Institute of Engineering of Coimbra- Polytechnic Institute of Coimbra, Coimbra, Portugal
[4] RCM2+ - Research Centre for Asset Management and Systems Engineering, Polytechnic Institute of Coimbra, Coimbra Institute of Engineering, Coimbra, Portugal

Abstract. This study is based on a bibliographic review employing bibliometric techniques, representing a valuable contribution to the organization and analysis of research trends in the scientific literature on Asset Management and Digital Transformation in companies. This work also specifically focused on visualizing the growth of these concepts in Portugal. A comprehensive literature review was conducted, encompassing articles published in journals and conferences over the past 10 years, on the Web of Science (WoS) and Scopus platforms, which were peer-reviewed and analyzed using bibliometric techniques, resulting in the formulation of conclusions. The Bibliometrix R software and VOSviewer supported data processing and analysis. Thus, the relevance of this study lies in the detailed analysis of existing literature, identifying the main research trends, highlighting notable articles based on citations and publications, identifying the most cited authors, and identifying research gaps. In this regard, possible directions and priorities for future research on this emerging theme are suggested. Existing literature still requires recent studies addressing Asset Management and Digital Transformation in companies.

Keywords: Asset Management, Digital Transformation, Bibliometric Analysis, Companies in Portugal.

ANEXO D – ARTIGO ACEITE PARA APRESENTAÇÃO NO CONGRESSO HELIX 2024 E PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA SPRINGER LECTURE NOTES IN MECHANICAL ENGINEERING (LNME)

The Integration of Digital Transformation in Asset Management in Portuguese Companies

Samuel Messias[1[0009-0004-4593-1201]]; André Guimarães[2,3[0000-0001-6346-5719]]; Hugo Raposo[4[0000-0002-1682-5950]] and Daniel Gaspar[2[0000-0002-8522-4905]]

[1] ISEC - Higher Institute of Engineering of Coimbra- Polytechnic Institute of Coimbra, Coimbra, Portugal
[2] CISeD - Research Centre for Digital Services - Polytechnic Institute of Viseu, Portugal
[3] CISE - Electomechatronic Systems Research Centre - University of Beira Interior, Covilhã, Portugal
[4] RCM2+ - Research Centre for Asset Management and Systems Engineering, Polytechnic Institute of Coimbra, Coimbra Institute of Engineering, Coimbra, Portugal

Abstract. This article explores the importance of integrating emerging technologies in Asset Management in Portuguese companies, drawing on data from a questionnaire administered to 50 professionals across various sectors. The digital transformation of asset management, propelled by the adoption of advanced technologies such as the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Big Data, and specialized Asset Management software, has brought significant advancements in optimizing operations, reducing costs, and improving overall efficiency. The study delves into the digital maturity of these companies. It evaluates the extent to which they have implemented ISO 55001 certification, providing insights into how digitalization reshapes asset management practices. Despite the increasing recognition of the benefits of digital transformation, challenges remain, including resistance to change, a shortage of specialized skills, and limited awareness of advanced Asset Management systems. These obstacles highlight the need for more significant efforts in aligning technology adoption with strategic asset management practices to unlock the full potential of digital tools. The findings underscore the importance of continued investment in Digital Transformation and formal certification to enhance the efficiency and competitiveness of Portuguese companies in an increasingly digitalized market.

Keywords: Asset Management, Digital Transformation, Digital Maturity, Asset Management Maturity.

ANEXO E – ARTIGO APRESENTADO NO ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL (ENEGI)

A Integração da Transformação Digital na Gestão de Ativos nas Empresas Nacionais

S. Messias ([1]), A. Guimarães ([2,3]), H. Raposo ([4]), D. Gaspar ([5])
samueltmessias@gmail.com, aguimaraes@estgv.ipv.pt, hugo.raposo@isec.pt, danigaspar@estgv.ipv.pt

(1) ISEC – Higher Institute of Engineering of Coimbra, Polytechnic Institute of Coimbra, Portugal
(2) CISeD - Research Centre for Digital Services - Polytechnic Institute of Viseu, Portugal
(3) CISE – Electomechatronic Systems Research Centre - University of Beira Interior, Portugal
(4) RCM^{2+} Research Centre for Asset Management and Systems Engineering, Polytechnic Institute of Coimbra, Coimbra Institute of Engineering, Portugal
(5) CISeD – Research Centre for Digital Services - Polytechnic Institute of Viseu, Portugal

Resumo
Este artigo explora a importância e a integração das novas tecnologias emergentes na Gestão de Ativos nas empresas nacionais, com base nas respostas obtitas através de um questionário aplicado a 50 proficionais das diferentes áresas e departamentos destas empresas. A transformação digital tem revolucionado diversos setores, e a Gestão de Ativos não é exceção, oferecendo novas soluções, novas formas de otimização de operações, alternativas e diferentes possibilidadades de reduzir custos e aumentar a eficiência. É estudado, também, através da adaptação de modelos de maturidade, o nivel de Gestão de Ativos e o nivel da Transformação Digital das empresas, bem como preceber se as empresas são cerificadas pela ISO 55001 e se, por conseguência, têm um sistema da gestão de ativos inegrado. Com este questionário sobre a Tranformação Digital na Gestão de Ativos, pertende-se aferir se a adoção de tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial (IA), Big Data e softwares para a Gestão de Ativos, podem auxiliar ou não na Gestão dos ativos das empresas. Os resultados indicam uma crescente consciecialização sobre os benefícios da digitalização desta área tão emergente, no entatanto, problemas como a resistência à mudança, a falta de competências específicas e falta de conhecimento sobre a Gestão de Ativos e sobre o seu sistema de gestão, ainda persistem.
Palavras-Chave: Gestão de Ativos; Transformação Digital;

Instituto Superior de Engenharia
Politécnico de Coimbra