



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](https://doi.org/10.29073/rae.v2i2.935)


Recebido: 24 de julho de 2024.


Aprovado: 2 de setembro de 2024.

Publicado: 20 de setembro de 2024.

Autor/a 1: Samuel Messias , Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal, samueltmessias@gmail.com.

Autor/a 2: André Guimarães , CISED – Centro de Investigação em Serviços Digitais — Instituto Politécnico de Viseu; CISE — Centro de Investigação em Sistemas Electromecatrónicos — Universidade da Beira Interior, Portugal, aguimaraes@estgv.ipv.pt.

Autor/a 3: Hugo Raposo , RCM — Centro de Investigação em Gestão de Ativos e Engenharia de Sistemas, Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal, hugo.raposo@isec.pt.

Autor/a 4: Daniel Gaspar , CISED — Centro de Investigação em Serviços Digitais — Instituto Politécnico de Viseu; CISE — Centro de Investigação em Sistemas Electromecatrónicos — Universidade da Beira Interior, Portugal, augusto@civil.ist.utl.pt.

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 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 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: Gestão de Ativos; Método Delphi; Questionários; Transformação Digital.

Abstract

An evaluation and validation method are paramount for establishing credibility and strengthening the acceptance of conclusions on a given topic. This article aims to describe the adaptation of the Delphi technique in validating the content of a newly developed questionnaire on Digital Transformation in Asset Management. The study involved 25 experts of the Portuguese industry with experience in Asset Management and Digital Transformation. The questionnaire covered the following topics: Asset Management, Digital Transformation, NP



EN 55001 standard, information systems, and the asset life cycle. Additionally, maturity models related to Asset Management and Digital Transformation were addressed. The IAM (Institute of Asset Management) model was used to assess the maturity level in Asset Management, while the VDMA/IMPULS model was used to evaluate digital maturity. The Delphi technique was modified to fit the format of a questionnaire the experts conducted in a single round. The results showed a response rate of 72%. The experts reached a consensus on the 15 questions presented, with 10 questions being unanimously validated and well-rated, along with some suggestions for improvement. In comparison, five questions did not achieve as much consensus. A Likert scale from 1 to 5 was used for classification and evaluation, where “1 — Not relevant at all” and “5 — Extremely relevant”. This modified Delph technique allowed the identification of future trends and vectors in Asset Management and Digital Transformation. The Delphi method contributed to the refinement of the questionnaire formulation, serving as an intermediate step in an iterative validation process. The experts' opinions and provided constructive feedback for validating the questions and the overall structure of the questionnaire to be used.

Keywords: Asset Management; Delphi Method; Digital Transformation; Questionnaires.

1. Introdução

A gestão de ativos tem como objetivo assegurar que os ativos sejam utilizados da forma mais eficiente possível, com o propósito de obter o máximo benefício para a empresa. Esta gestão representa uma abordagem estratégica que visa maximizar o valor e o desempenho dos ativos ao longo do seu ciclo de vida (Coelho, 2015).

Conforme definido pela norma NP EN 55000 (2016), um ativo é considerado como “um item, coisa ou entidade que tem valor potencial ou real para uma organização”, enquanto a gestão de ativos é descrita como a “atividade coordenada de uma organização para realizar o valor dos ativos”. No entanto, a mesma norma especifica: “Os ativos físicos referem-se geralmente a equipamentos, stocks e propriedades detidas pela organização. São o oposto dos ativos intangíveis, que correspondem a bens não físicos, como arrendamentos, marcas, ativos digitais, direitos de utilização, licenças, direitos de propriedade intelectual, reputação ou acordos”.

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 1), em alinhamento com práticas que visam a sustentabilidade ambiental, social e económica dos equipamentos e da própria Organização (Pais et al., 2018 e Pais et al., 2019).

Figura 1: Ciclo de Vida de Ativo.



Fonte: 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.

A digitalização na indústria e nos diversos processos industriais traz consigo novas perspetivas de melhoria e desenvolvimento. Com o advento das tecnologias da Indústria 4.0, a gestão de ativos tornou-se crucial para integrar um maior nível de digitalização e interconetividade dos ativos, juntamente com os recursos humanos e os processos das organizações (Almeida, 2023). A digitalização dos processos produtivos proporciona maior flexibilidade, produtividade e personalização de produtos, visando minimizar os custos (Petronas, 2021).

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 artigo 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).

2. Revisão da Literatura

2.1. Método Delphi

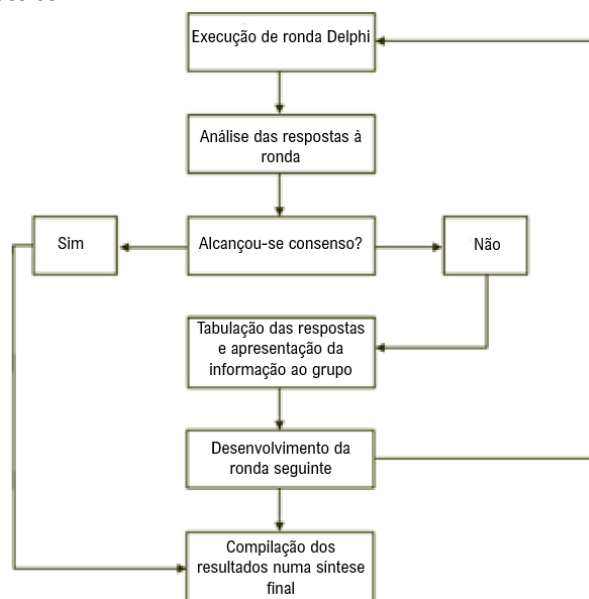
O método Delphi surgiu como resposta às limitações dos métodos tradicionais utilizados para obter a opinião de grupos no desenvolvimento de políticas, sendo fundado na premissa de que as previsões de grupo não estruturadas e presenciais eram menos eficazes do que as previsões estatísticas individuais. 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 2. 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 2: Método Delphi Clássico.



Fonte: 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).

2.2. Transformação Digital

A Transformação Digital é caracterizada pelo processo em que as empresas adotam novas tecnologias com o objetivo de aprimorar todos os níveis, como operações, serviços e processos, visando adaptar-se e manter a competitividade. A digitalização dos processos produtivos proporciona maior flexibilidade, produtividade e personalização de produtos com o menor custo possível. Este processo impulsiona o aumento da eficiência, e está também relacionado com a continuidade dos negócios. Para implementar a digitalização dos processos produtivos, é essencial, inicialmente, investir na criação de uma cultura digital nas indústrias. Mesmo com procedimentos automatizados, os operários da unidade industrial ainda precisam operar as máquinas e os sistemas (Petronas, 2021).

O processo de transformação digital consiste no aumento da utilização da robótica, bem como de soluções automatizadas e informatizadas, resultando numa redução de custos, numa melhoria da eficiência e da produtividade, além de facilitar futuras mudanças (Hole et al., 2021).

Composta por uma ampla variedade de conceitos, a transformação digital destaca-se pela utilização da Inteligência Artificial, pelo uso da Internet das Coisas, pela automatização de processos e pela utilização de realidade aumentada, entre outros. Desta forma, ao promover uma melhoria da eficácia nas operações, um aumento da produtividade e uma tomada de decisões mais precisa, torna-se um contributo fundamental para o impulsionamento e crescimento da empresa (Branca et al., 2020; Matyi et al., 2020).

A avaliação do nível de maturidade digital na Indústria 4.0 é uma ferramenta essencial para quantificar e qualificar o nível de preparação das pequenas, médias e grandes empresas para a implementação de tecnologias na sua transformação digital (Guimarães et al., 2023), bem como para a sua preparação na Gestão de Ativos.

2.3. Gestão de Ativos

A Gestão de Ativos tem como objetivo principal otimizar o valor e o desempenho de um determinado ativo, reduzindo os custos associados e maximizando a sua utilização (Gaspar et al., 2022). Esta área é considerada essencial nas empresas que possuam um número significativo de ativos ou ativos de elevado valor. Quando a gestão desses ativos é eficaz, pode resultar numa melhoria do desempenho operacional, numa maior redução de custos e no aumento da eficiência (Cóppola, 2020). A gestão de ativos concentra-se na aplicação de boas-práticas e na gestão técnico-financeira, permitindo decidir quais os ativos necessários para alcançar os objetivos propostos pela organização (Coelho, 2015).

Podem ser considerados ativos, como já mencionado anteriormente: edifícios, máquinas, instalações, veículos, softwares, contratos, infraestruturas, tecnologias de informação, investimentos, entre outros. Estes podem ser agrupados em diferentes grupos, como menciona (Pereira et al., 2023):

- **Ativos físicos:** constituem as estruturas tangíveis e equipamentos essenciais para as operações da organização, incluindo instalações, equipamentos e máquinas, entre outros;
- **Ativos humanos:** representam o capital intelectual da empresa, como conhecimentos, competências, responsabilidades e experiência, entre outros;
- **Ativos financeiros:** abrangem os recursos monetários e patrimoniais disponíveis para a organização, correspondem aos lucros, capital financeiro, ações, dívidas, entre outros;
- **Ativos intangíveis:** são os recursos intangíveis que agregam valor à organização, correspondem à reputação, impacto social, imagem, relações externas, entre outros;
- **Ativos de informação:** são os dados digitais que sustentam as operações e a tomada de decisões da empresa, como as informações corporativas das organizações, as informações dos clientes e as informações sobre o desempenho financeiro da empresa, entre outros.

Em 2008, o IAM (Institute of Asset Management) introduziu uma nova metodologia de avaliação designada por PAM (PAS 55 Assessment Methodology), que consiste num conjunto de perguntas para avaliar o nível de maturidade. Contudo, com o surgimento da norma NP EN 55001 (2016), o IAM reconheceu a necessidade de atualizar esta ferramenta. Assim, foi criada a metodologia de avaliação SAM (Self-Assessment Methodology), que utiliza a PAS 55, em conjunto com a NP EN 55001, para a avaliação da maturidade (João, 2019; Sobral e Tancredo, 2023).

Atualmente, os níveis de maturidade identificados pela SAM, são os seguintes:

- Nível de maturidade 0 — Inocência;
- Nível de maturidade 1 — Consciência;
- Nível de maturidade 2 — Desenvolvimento;
- Nível de maturidade 3 — Competente;
- Superior a 3 — Otimizado e Excelente.

3. Metodologia

3.1. 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 11 perguntas e respetivas opções (ver Apêndice), 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, conseqüentemente, 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.

3.2. 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%).

3.3. 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. Resultados e Discussões

4.1. 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.

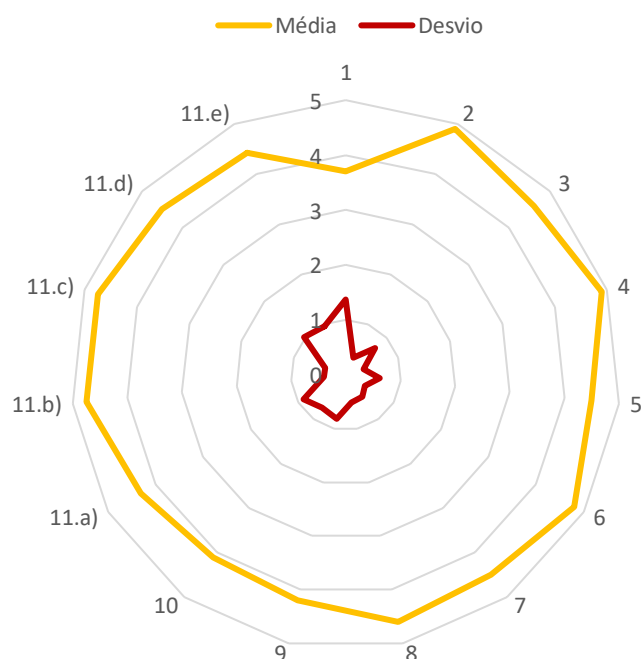
Através da recolha e análise de todas as respostas, referentes à avaliação numa escala de 1 a 5 na escala de Likert, calculou-se a média e o desvio padrão. Os resultados estão apresentados na Tabela 1 e Figura 3, onde constam o número de cada pergunta e os valores correspondentes após o tratamento dos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

Com base nos dados compilados na Tabela 1, 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 1: 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

Figura 3: 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 perspectivas 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.

4.2. 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 2 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 2: 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-	2,14	1,28	2,25	3,00	3,81	1,76	4,600	0,14	0,99	1,69	0,95	0,53	0,53	0,64	0,64
Wallis	4	6	0	0	3	9		3	9	8	3	8	8	3	3
df	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Significân	0,34	0,52	0,32	0,22	0,14	0,41	0,100	0,93	0,60	0,42	0,62	0,76	0,76	0,72	0,72
cia Sig.	2	6	5	3	9	3	*	1	7	8	1	4	4	5	5

a. Teste Kruskal Wallis. *p<0.1 **p<0.05 ***p<0.1

b. Variável de Agrupamento: Formação Acadêmica.

5. 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.

6. Conclusão

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.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT — Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto Ref. UIDB/05583/2020. Agradecemos ainda ao Centro de Investigação em Serviços Digitais (CISeD) e ao Instituto Politécnico de Viseu pelo apoio.

Referências

- Almeida, N. (2023). Fundamentos e perspetivas de inovação na gestão de ativos de engenharia. *RAE-Revista de Ativos de Engenharia*, 1(1), 05–16.
- 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.
- Coelho, R. W. S. (2015). Aplicação do conceito de gestão de ativos físicos numa estação elevatória de águas [Dissertação de mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa]. Repositório Científico. <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/>
- 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.
- Gaspar, D. A. E. M. M., Reguenga, D., Almeida, N., & Sobral, J. (2022). A manutenção na Gestão de ativos. In *Manual de manutenção em edificações: Estudos, técnicas e aplicações* (1.ª ed., pp. 155–174).
- 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.
- Hasson, F., Keeney, S., & McKenna, H. (2000). Research guidelines for the Delphi survey technique. *Journal of Advanced Nursing*, 32(4), 1008–1015.
- 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.
- IAM. (2015). *Institute Asset Management—An Anatomy* (Vol. 3). The Institute Asset Management.
- NP ISO 55000. (2016). *Gestão de ativos. Visão geral, princípios e terminologia*. Instituto Português da Qualidade.
- NP ISO 55001. (2016). *Gestão de ativos. Sistemas de gestão. Requisitos*. Instituto Português da Qualidade.



- João, S. M. C. (2019). Metodologia BIM aplicada à gestão de ativos [Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa]. Repositório Científico. <http://hdl.handle.net/10400.21/10200>
- Keeney, S., McKenna, H. A., & Hasson, F. (2011). *The Delphi technique in nursing and health research*. John Wiley & Sons.
- Lilja, K. K., Laakso, K., & Palomäki, J. (2011). Using the Delphi method. In *2011 Proceedings of PICMET'11: Technology Management in the Energy Smart World (PICMET)* (pp. 1–10). IEEE.
- Marques, J. B. V., & Freitas, D. D. (2018). Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. *Pro-Posições*, 29, 389–415.
- 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.
- 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>
- Niederberger, M., & Spranger, J. (2020). Delphi technique in health sciences: A map. *Frontiers in Public Health*, 8, 561103.
- 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.
- Pais, E., Raposo, H., Meireles, A., & Farinha, J. T. (2018). ISO 55001 - A strategic tool for the Circular Economy - Diagnosis of the organization's state. In *Proceedings of Maintenance, Performance, Measurement and Management Conference (MPMM 2018)*. Coimbra, Portugal.
- 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.
- 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.
- Petronas. (2021). Digitalização de processos produtivos na indústria: Como implementar? *Inovação Industrial*. <https://inovacaointustrial.com.br/digitalizacao-de-processos-produtivos-na-industria-como-implementar/>
- Raposo, H., Farinha, J. T., & Pais. (2023). Modelos econométricos para análise do ciclo de vida de ativos físicos, 1.ª, 2.ª e 3.ª Parte. *Revista Manutenção*, n.º M 155, 156/157 e 158, ISSN 0870-0702.
- 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.
- 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.
- Tancredo, F. V. P. (2018). Modelo para determinação da maturidade de uma organização na gestão de ativos físicos [Dissertação de mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa]. Repositório Científico. <http://hdl.handle.net/10400.21/8841>
- Toronto, C. (2017). Considerations when conducting e-Delphi research: A case study. *Nurse Researcher*, 25(1).
- Trevelyan, E. G., & Robinson, N. (2015). Delphi methodology in health research: How to do it? *European Journal of Integrative Medicine*, 7(4), 423–428.



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.

Apêndice

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

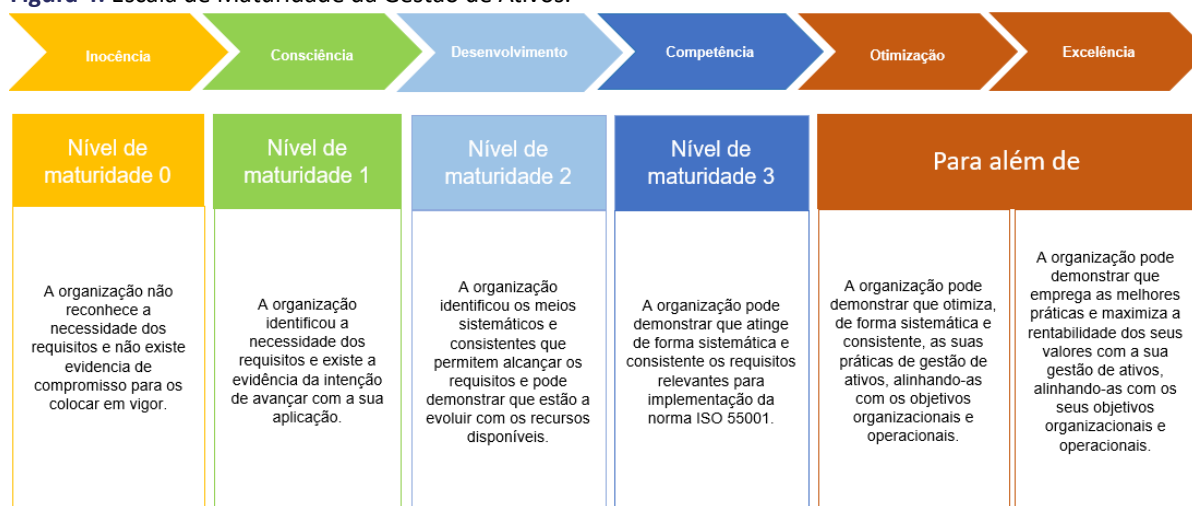
3 — Esta empresa é certificada pela norma ISO 55001?

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?

Figura 4: Escala de Maturidade da Gestão de Ativos.



Fonte: Adaptado de IAM, 2015; Tancredo, 2018.

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?

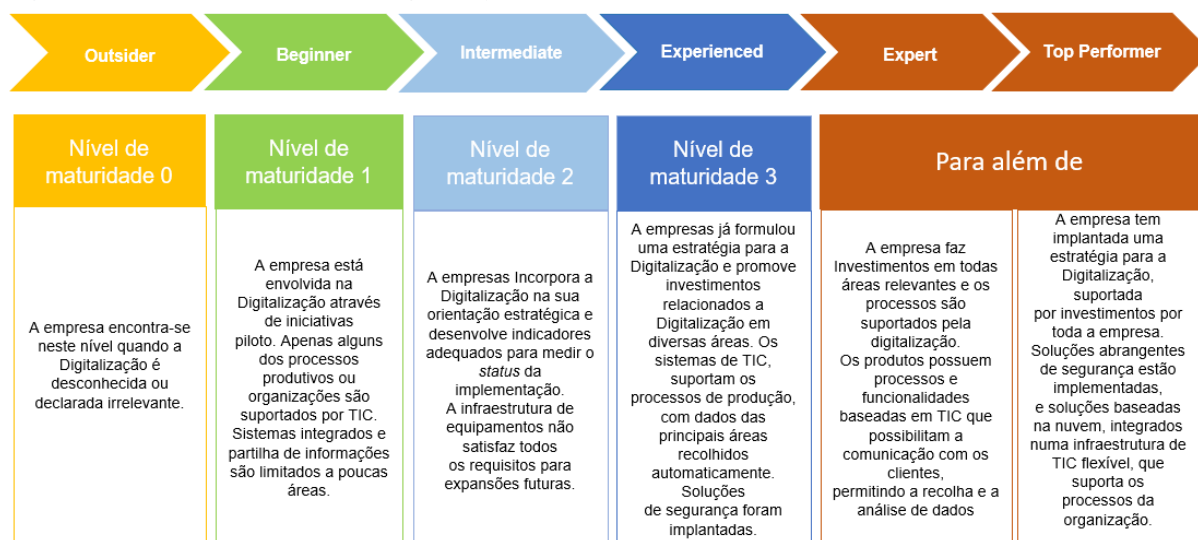
Escolha a opção que se adequa à sua empresa:

- Sim
- Não



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

Figura 5: Escala de Maturidade da Digitalização.



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 perspectiva 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 perspectiva 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

Declaração Ética

Conflito de Interesse: Nada a declarar. **Financiamento:** Nada a declarar. **Revisão por Pares:** Dupla revisão anónima por pares.



Todo o conteúdo da *RAE — Revista de Ativos de Engenharia* é licenciado sob [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.