



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Potencialidades das tecnologias 4.0 no auxílio à gestão de projeto

Maria Carolina Gonçalves Lopes Teixeira

Mestrado em Informática e Gestão

Orientador:

Doutora Luísa Cristina da Graça Pardal Domingues Miranda,
Professora Auxiliar,
Iscte-IUL

Outubro, 2024



TECNOLOGIAS
E ARQUITETURA

Departamento de Ciências e Tecnologia da Informação

Potencialidades das tecnologias 4.0 no auxílio à gestão de projeto

Maria Carolina Gonçalves Lopes Teixeira

Mestrado em Informática e Gestão

Orientador:

Doutora Luísa Cristina da Graça Pardal Domingues Miranda,
Professora Auxiliar,
Iscte-IUL

Outubro, 2024

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos os que me apoiaram ao longo da realização desta dissertação. Em primeiro lugar, e com especial gratidão, à professora Doutora Luísa Domingues, quem, desde o primeiro dia, demonstrou grande disponibilidade, paciência e apoio. Obrigada, também, pelos seus feedbacks e conselhos valiosos que foram fundamentais para terminar este trabalho.

Gostaria, também, de agradecer à instituição de ensino, ISCTE, e a todos os professores com os quais me fui cruzando ao longo dos 2 anos de mestrado, por todo o apoio e conhecimento transmitidos, bem como por me terem proporcionado todas as condições necessárias para a elaboração desta dissertação.

Por fim, gostaria de agradecer a toda a minha família e amigos, pelo apoio e encorajamento ao longo deste processo. Em especial à minha mãe, ao meu pai e ao meu namorado, que todos os dias me incentivaram a continuar e nunca me deixaram desistir. Um agradecimento também especial à minha prima Mariana, pela ajuda, apoio e feedback ao longo desta dissertação. Às minha amigas, Mariana e Francisca, que ouviram as minhas dúvidas e inseguranças, e sempre tiveram uma palavra amiga e de conforto para me dar. Ao meu colega e amigo Bruno que me ajudou e motivou também.

E às minhas estrelinhas que me guiam sempre.

A todos, o meu sincero obrigado.

Resumo

Conceptualmente a Indústria 4.0 caracteriza-se por uma visão disruptiva acerca da tecnologia, o que vem impactar profundamente o mercado. Como tal, corresponde a uma temática atual, alvo de muita investigação e discussão. A indústria tem vindo a sofrer mudanças significativas devido ao aparecimento da indústria 4.0, que se caracteriza pelo uso de tecnologias digitais como Análise de Dados, os Robots Autónomos, as Simulações, a Internet Industrial das Coisas (IIoT), a Segurança Cibernética, a *Cloud*, a *Additive Manufacturing*, a Realidade Aumentada e a Inteligência Artificial.

Como resultado, os gestores de projeto (GP) estão a enfrentar novos desafios, que incluem a gestão da complexidade, as lacunas nas competências, e o tratamento de um maior número de dados. A presente dissertação explora como estas tecnologias, poderão facilitar e melhorar as funções dos GP.

Desta forma, a investigação, teve por base uma amostra por conveniência e *snowball*, onde foram realizados questionários, permitindo a construir de uma matriz, que combina as tecnologias 4.0, com as correspondentes funções sugeridas e já utilizadas pelos GP. Acrescentando ainda as vantagens, desvantagens e recomendações do uso destas tecnologias, já mencionadas na literatura sobre o tema, bem como a perspetiva dos próprios GP inquiridos.

Palavras-Chave: Indústria 4.0; Tecnologias 4.0; Gestor de projeto; Funções.

Abstract

Conceptually, Industry 4.0 is characterized by a disruptive perspective of technology, which has a profound impact on the market. As such, it corresponds to a current topic, matter of investigation and discussion. The industry has undergoing significant changes due to the emergence of industry 4.0, which is characterized by the use of digital technologies as Data Analysis, Autonomous Robots, Simulations, the Industrial Internet of Things (IIoT), Cybersecurity, Cloud, Additive Manufacturing, Augmented Reality and Artificial Intelligence.

As a result, project managers (PMs) are facing new challenges, which include managing complexity, skills gaps and handling a larger amount of data. This dissertation explores how these technologies can facilitate and improve the work of PMs.

In this way, the research was based on a convenience and snowball sample, where questionnaires were conducted, allowing a matrix to be built, which combines 4.0 technologies with the corresponding functions suggested and already used by PMs. It also includes the advantages, disadvantages and recommendations for the use of these technologies, already mentioned in the literature on the subject, as well as the perspective of the PMs themselves.

Keywords: Industry 4.0; Technologies 4.0; Project manager; Functions.

Índice Geral

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
Índice Geral.....	vii
Índice de Tabelas	ix
Índice de Figuras	xi
Glossário de Abreviaturas e Siglas.....	xiii
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Enquadramento do tema	1
1.2. Motivação e relevância do tema	2
1.3. Questões e objetivos de investigação	3
1.4. Abordagem metodológica.....	4
1.5. Estrutura e organização da dissertação	4
Capítulo 2 – Revisão da Literatura.....	5
2.1. Gestão de projeto e o papel do gestor: As funções.....	5
2.2. Indústria 4.0	14
2.2.1. Apresentação das tecnologias 4.0.....	14
2.2.2. Additive Manufacturing	15
2.2.3. Big data.....	15
2.2.4. Cloud	17
2.2.5. Internet Industrial das Coisas (IIoT).....	18
2.2.6. Realidade Aumentada.....	18
2.2.7. Robots Autónomos	19
2.2.8. Segurança Cibernética	19
2.2.9. Simulações.....	20
2.2.10. Inteligência Artificial.....	20
2.3. Contributos da aplicação das tecnologias 4.0.....	21
2.3.1 Additive Manufacturing	21
2.3.2 Big data.....	21
2.3.3 Cloud	23
2.3.4 Internet Industrial das Coisas (IIoT).....	23
2.3.5 Realidade Aumentada.....	23
2.3.6 Simulações.....	24
2.3.7 Inteligência artificial.....	25
Capítulo 3 – Metodologia	29

3.1.	Desenho de investigação	29
3.2.	Fase 1 – Identificação do Problema e Motivação.....	30
3.3.	Fase 2 – Definição de objetivos para uma solução.....	31
3.4.	Fase 3 – Conceção e desenvolvimento	31
3.4.1	Revisão da Literatura.....	31
3.4.2	Métodos de Inquérito.....	33
3.5.	Fase 4 e 5 – Demonstração e Avaliação	34
3.6.	Fase 6 – Comunicação.....	35
Capítulo 4	– Análise de dados.....	35
4.1.	Recolha de dados	35
4.2.	Apresentação de dados qualitativos.....	36
4.2.1.	Funções e tecnologias utilizadas atualmente pelos gestores de projeto .	36
4.2.2.	Tecnologias 4.0.....	38
4.3.	Análise segmentada dos dados - Funções.....	45
4.3.1.	Preparação dos dados.....	45
4.3.2.	Funções por categoria.....	47
4.3.3.	Categorias “Potencial de melhoria” e “Necessário suporte tecnológico” 48	
4.3.4.	Funções por Grupo de processo (Categorias “Potencial de melhoria” e “Necessário suporte tecnológico”)	50
4.3.5.	As tecnologias atuais são suficientes – Opinião dos gestores de projeto	52
4.4.	Análise segmentada dos dados - Tecnologias	53
4.4.1	Preparação dos dados.....	53
4.4.2	Análise detalhada das nove tecnologias	54
Capítulo 5	– Discussão de resultados e contributos das tecnologias 4.0	57
5.1.	Funções que tem um maior potencial para beneficiar das tecnologias 4.0.....	57
5.2.	Potencialidades, desafios e recomendações das tecnologias da I4.0	58
Capítulo 6	– Conclusões, limitações e trabalhos futuros.....	73
6.1.	Conclusões finais e Contributos	73
6.2.	Limitações do estudo e trabalhos futuros	78
Referências Bibliográficas		81
Anexos.....		87

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Ferramentas utilizadas pelo gestor de projeto ao longo dos grupos de processo	11
Tabela 2 - Respostas à questão número um.....	36
Tabela 3 - Respostas à questão número três	38
Tabela 4 - Análise de dados.....	40
Tabela 5 - Robots Autónomos.....	40
Tabela 6 - Simulações.....	41
Tabela 7 - Internet Industrial das Coisas (IIoT)	42
Tabela 8 - Segurança Cibernética.....	42
Tabela 9 - Cloud	43
Tabela 10 - Additive Manufacturing	43
Tabela 11 - Realidade Aumentada.....	44
Tabela 12 - Inteligência Artificial (IA).....	44
Tabela 13 - Funções em cada categoria.....	46
Tabela 14 - Funções que tem um maior potencial para beneficiar das tecnologias 4.0 .	58
Tabela 15 – Primeira Matriz - Confronto da literatura com a perspetiva dos gestores de projeto.....	59
Tabela 16 - Segunda Matriz - Verificação dos pontos em comum entre as tecnologias	66

Índice de Figuras

Figura 1 – DSR (Design Science Research) baseado em Hevner [75].....	30
Figura 2 - Caracterização da amostra	35
Figura 3 – Relação entre as funções	47
Figura 4 - Distribuição das funções na categoria “Potencial de melhoria”	48
Figura 5 - Distribuição das funções na categoria “Necessário suporte tecnológico”	49
Figura 6 - Funções da categoria “Potencial de melhoria” ao longo dos grupos de processo	50
Figura 7 - Funções da categoria “Necessário suporte tecnológico” ao longo dos grupos de processo	51
Figura 8 - Número de funções mencionadas para cada tecnologia	54
Figura 9 - Soma do número de vezes que cada tecnologia foi mencionada	55
Figura 10 - Número de inquiridos que mencionaram cada tecnologia.....	56

Glossário de Abreviaturas e Siglas

GPI – Grupo de Processos de Iniciação

GPP – Grupo de Processos de Planeamento

GPE – Grupo de Processos de Execução

GPMC – Grupo de Processos de Monitorização e Controle

GPF – Grupo de Processos de Fecho

I4.0 – Indústria 4.0

IIoT – Internet Industrial das Coisas

IoT – Internet das coisas

AM – Additive Manufacturing

RA – Realidade Aumentada

IA – Inteligência Artificial

SD – System Dynamics

DSR – Design Science Research

SLR – Systematic Literature Review

GP – Gestor de Projeto

Capítulo 1 – Introdução

1.1. Enquadramento do tema

A indústria tem vindo a sofrer mudanças significativas nos últimos anos, impulsionadas pelos avanços tecnológicos e pelas mudanças nas condições económicas globais [1].

O termo I4.0 foi primeiramente proposto em 2011, sendo proveniente de um projeto de alta tecnologia do Governo Alemão com o intuito de apoiar o seu crescimento nacional e manter a sua forte competitividade [2] através da promoção do desenvolvimento da manufatura [3]. A terceira revolução industrial tinha sido marcada pela transição da mecânica analógica pela digital, pelo uso de microcomputadores e pela criação da internet. Contudo, a quarta revolução industrial surge de uma necessidade de ir além do impacto inicial da computadorização. Deste modo, foi abordada a importância de trazer aspetos de inteligência, conectividade e uma computadorização mais ampla à manufatura [4].

A quarta revolução industrial é a revolução e transformação mais recente, caracterizada pela alteração da expectativa do cliente, melhoria da eficiência, novos modelos operacionais, otimização dos processos de produção, criação de novos produtos e serviços.

As tecnologias da I4.0 permitem maior flexibilidade, maior rapidez, maior eficiência, e uma maior customização dos produtos. A inteligência das máquinas e a comunicação entre as mesmas, possibilita a automatização. [1].

As principais tecnologias da I4.0 são Análise de Dados, os Robots Autónomos, as Simulações, a Internet Industrial das Coisas (IIoT), a Segurança Cibernética, a *Cloud*, a *Additive Manufacturing*, a Realidade Aumentada e a Inteligência Artificial [5].

É importante perceber quais os desafios que os gestores de projeto enfrentam atualmente e como é que estes podem ser afetados pela I4.0. Para que seja possível a introdução de tecnologias 4.0, é necessário que os gestores de projeto assegurem que as suas equipas têm as competências para trabalhar com as mesmas. Para que a implementação das tecnologias 4.0 seja bem-sucedida, é importante que os gestores de projeto sejam eficazes na gestão da mudança. É importante, também, que os gestores de projeto tenham a capacidade de se adaptar às mudanças de procura e tomar decisões em

tempo real [6]. Por fim, com o aumento da utilização de tecnologias é cada vez mais importante garantir a segurança dos dados, para que as empresas se mantenham operacionais.

A grande lacuna existente na literatura prende-se com o facto de a maioria dos estudos apenas se concentrarem nos aspetos tecnológicos, deixando de parte o efeito que as tecnologias podem ter na gestão de projeto. Cada vez mais, os sistemas são capazes de agir de forma independente e de tomar decisões por si próprios. Por essa razão a gestão em ambientes como este, inovadores, requer uma forma de pensar criativa e completamente nova [7]. Ou seja, existe pouca investigação sobre as tecnologias com foco na área de gestão de projeto [8].

As tecnologias disruptivas, como Inteligência artificial, *cloud*, blockchain e digitalização, são a nova realidade para cada organização em cada sector. Todas estas tecnologias oferecem possibilidades infinitas para que as empresas se transformem. No entanto, existe uma diferença entre o desenvolvimento da estratégia e a sua implementação. Por este motivo, os gestores de projeto e as novas tecnologias têm um papel fulcral no preenchimento desta lacuna, entre o desenvolvimento da estratégia e a sua implementação na vida quotidiana, contudo o primeiro passo é querer evoluir. Outras ações importantes que podem facilitar são:

- Impor uma cultura de liderança colaborativa que abrace a mudança e impulsione a inovação;
- Reorganizar e reciclar os gestores de projeto para incorporar novas competências;
- Evoluir os métodos tradicionais de entrega para incluir indicadores-chave de desempenho que avaliem o progresso organizacional na realização de objectivos estratégicos [9].

Adicionalmente, foi também identificado que existe uma necessidade de adaptação por parte dos gestores de projeto, uma vez que as tecnologias da I.40 vêm alterar o seu papel [7].

1.2. Motivação e relevância do tema

A maioria dos estudos ignora o impacto e a ligação entre a I4.0 e a gestão de projeto, focando-se apenas nos aspetos tecnológicos. Este erro pode facilmente conduzir a uma visão desligada da realidade. [7] [8].

A I4.0 alterou muitos trabalhos, um deles foi o trabalho de um gestor de projeto. A profissão de gestor de projeto ganhou outras dimensões com a quarta industrialização, pois as estratégias tradicionais de gestão de projeto necessitavam de ser transformadas. A gestão de projeto na implementação da I4.0 tem sido cada vez mais desafiante, principalmente pelas novas tecnologias que emergem, e por isso o papel do gestor de projeto tem sido cada vez mais determinante no sucesso de qualquer projeto [7].

Através da revisão da literatura descrita, é possível identificar de forma clara dois problemas:

- A literatura ignora a ligação entre a gestão de projeto e a I4.0;
- Necessidade de alterar e adaptar o trabalho de um gestor de projeto perante as novas tecnologias 4.0.

A presente dissertação pretende preencher estas lacunas, identificando as potencialidades e contributos de um conjunto de tecnologias 4.0 que iram ajudar os gestores de projeto nas suas funções.

1.3. Questões e objetivos de investigação

A presente dissertação pretende investigar “Como as tecnologias da I4.0, podem apoiar as funções dos gestores de projeto?”.

No decorrer desta questão de investigação, o trabalho apresenta três objetivos, que devem ser cumpridos ao longo da investigação, para que desta forma o objetivo final / contributo seja cumprido e a questão de investigação seja respondida.

O primeiro objetivo a ser cumprido ao longo da investigação, é o levantamento das ferramentas e tecnologias utilizadas atualmente pelos GP, nas funções de gestão desempenhadas. O segundo objetivo passa por identificar as funções que têm um maior potencial para beneficiar das tecnologias 4.0, e o terceiro objetivo é identificar as potencialidades, desafios e recomendações das tecnologias da I4.0.

O cumprimento destes três objetivos é essencial para a execução do objetivo final, que consiste na apresentação de uma matriz onde se identificam as tecnologias da I4.0, com as correspondentes funções de um gestor de projeto, onde estas tecnologias podem ter um impacto, de forma a melhor e facilitar as funções dos mesmos. Para cada tecnologia irão ser realçadas vantagens, desvantagens, desafios e recomendações.

1.4. Abordagem metodológica

Tendo em conta o objetivo final, a produção de um artefacto, nomeadamente a produção de uma matriz onde é possível identificar as tecnologias 4.0, bem como as respetivas funções do gestor de projeto, a metodologia DSR (Design Science Research) apresenta-se como a mais adequada, conforme se explica seguidamente [11]. Foi também utilizado o método *Systematic Literature Review* (SLR) para a revisão da literatura do estado da arte.

DSR é uma metodologia que se concentra na conceção, desenvolvimento e avaliação de artefactos para resolver problemas e melhorar o bem-estar humano [11]. Esta é uma abordagem útil para abordar problemas complexos do mundo real em campos como a tecnologia da informação, a engenharia, e a gestão organizacional. O DSR é uma abordagem valiosa para a investigação na indústria, uma vez que se concentra no desenvolvimento de soluções práticas que podem ser implementadas em cenários do mundo real [11].

Por outro lado, o SLR, é uma abordagem que recolhe e analisa criticamente múltiplos estudos ou trabalhos de investigação através de um processo sistemático. O principal objetivo de um SLR é fornecer uma revisão rigorosa da literatura disponível, relativamente ao tema, com transparência e rigor. Os autores Okoli e Schabran (citado por Pereira & Serrano, 2020 [12]) definem esta metodologia como "um método sistemático, explícito e reproduzível para identificar, avaliar e sintetizar o corpo existente de trabalhos concluídos e registados produzidos por investigadores, académicos e profissionais".

Através destas metodologias, é possível guiar a investigação de uma forma clara e estruturada, pois existe um processo de criação de um novo design assegurando que o projeto de investigação é bem concebido e bem executado [11].

1.5. Estrutura e organização da dissertação

A presente dissertação é composta por seis capítulos, refletindo e desenvolvendo as várias temáticas, culminando nas Conclusões finais e contributos.

O primeiro capítulo introduz o tema, dando uma breve visão do assunto de investigação e dos seus objetivos, e uma descrição da estrutura e organização do trabalho.

No segundo capítulo apresenta-se a revisão da literatura relacionada com o tema de investigação. Abordando temas como as funções e ferramentas/tecnologias utilizadas pelos gestores de projeto e desenvolvendo as várias tecnologias 4.0.

O terceiro capítulo é dedicado a metodologia utilizada para guiar a presente dissertação, desde o processo de recolha de dados até à produção do artefacto.

O quarto capítulo é destinado à análise dos dados, onde é descrito a recolha dos mesmos, bem como a sua apresentação e, concluindo com uma análise segmentada.

O quinto capítulo foca-se na discussão dos resultados. Neste capítulo é feita uma discussão crítica relativamente os dados obtidos, confrontando-os com a literatura e apresentando ainda duas matrizes, que resumem os contributos finais.

Por fim, o sexto capítulo está direccionado para as conclusões da investigação, limitações do estudo e trabalhos futuros.

Capítulo 2 – Revisão da Literatura

2.1. Gestão de projeto e o papel do gestor: As funções

Segundo o PMBOK sexta edição [10] o gestor de projeto pode estar envolvido antes do início do projeto, nas fases de avaliação e análise do mesmo. O gestor de projeto pode também ser incluído em fases de análise de negócio, desenvolvimento de casos de negócio, e também em atividades relacionadas com a realização de benefícios comerciais do projeto. O papel do gestor de projeto altera-se de organização para organização, ou seja, é necessário existir uma adaptação. Adicionalmente, os gestores de projeto estão envolvidos no planeamento, na implementação e no trabalho contínuo, ou seja, acompanham o projeto desde a idealização até à sua conclusão [13].

No PMBOK sexta edição [10], existe um conjunto de 3 papéis-chave de um GP:

- **Membros e papéis:** o gestor de projeto tem de liderar os membros da sua equipa;
- **Responsabilidade pela equipa:** um gestor de projeto é responsável pelo que as suas equipas produzem, ou seja, os resultados. Faz também um alinhamento entre os produtos e a visão, missão e objetivos. Por fim, tem a função de motivar e comunicar com a sua equipa;

- **Conhecimento e competência:** o gestor de projeto tem de ter a capacidade de liderar, planejar e coordenar, e para isso necessita de ter conhecimentos nas áreas de gestão de projetos, conhecimentos técnicos, compreensão e experiência.

Várias são as fontes [13] [10] [14] [15], que focam a importância da comunicação. A comunicação é fulcral para o desenvolvimento do trabalho de um GP, tanto para a manutenção das relações com as hierarquias, como para a liderança de qualquer equipa. Existem dois tipos de comunicação: a comunicação escrita (por exemplo, os planos, a documentação) e a comunicação verbal em tempo real (por exemplo, as reuniões) [10].

De uma forma geral, o gestor de projeto tem de conseguir equilibrar o quadro geral e as tarefas diárias de todos os colaboradores envolvidos, assegurando que tudo o que necessita de ser feito é concretizado de acordo com o tempo e com as ferramentas disponíveis. Para auxiliar este trabalho, são utilizadas metodologias tais como Agile ou Waterfall [13].

O gestor de projeto tem também o dever de dar voz à sua equipa, tanto a nível de sugestões de melhoria como de novas ideias.

Resumindo, o gestor de projeto tem as seguintes responsabilidades [13]:

- Planear de acordo com o objetivo. Gerir qual o número de pessoas necessárias para obter resultados bem-sucedidos, bem como as tarefas de cada elemento;
- Comunicar. O gestor de projeto terá de ter a capacidade de comunicar com a equipa e certificar-se de que a mesma tem o que precisa para iniciar o trabalho. É fundamental perceber qual a informação necessária para cada membro da equipa;
- Cumprir prazos. Para tal é importante que haja honestidade e abertura na equipa. Por exemplo, o gestor de projeto deve-se certificar de que caso algum dos membros necessite de ajuda, este se sinta à vontade para a pedir. Desta forma, existe uma linha de comunicação quanto a prazos e requisitos;
- Adaptar-se. É uma competência cada vez mais importante nos dias de hoje, pois o ecossistema de um projeto está sempre a alterar-se podendo surgir imprevistos;
- Por fim, o apoio à equipa de modo que os objetivos sejam cumpridos e a equipa tenha sucesso, esta tem de se sentir apoiada, para que se sinta capacitada nas suas funções. Muitas vezes o gestor de projeto pode ser a fonte dessa cultura positiva.

Harvey A. Levine (2002) no livro “*Practical project management Tips, tactics and tools*” [16] em consonância com o PMBOK sexta edição [10], complementa a lista de responsabilidades já descrita. Desta forma Harvey, acrescenta estas responsabilidades: a gestão da qualidade, a gestão do risco e por fim a gestão de contratos e aquisições. Acrescenta também, a responsabilidade de planeamento. A fase de planeamento é mais do que planear objetivos e gerir o número de pessoas, é também acompanhar horários, recursos, custos e o seu respetivo controlo [16].

Harvey (2002) refere, também, que as ferramentas informáticas de software devem ser utilizadas para auxiliar estas responsabilidades, tanto para a eficiência como para a padronização [16]. No entanto, [17] muitas vezes existem restrições na utilização de softwares, tanto a nível de custos como de restrições por parte da organização.

Por outro lado, segundo o PMBOK sexta edição [10], salienta as competências do gestor de projeto no triângulo de talentos, que se foca em três competências-chaves:

- Gestão técnica de projetos, relaciona-se com as noções, aptidões e recursos diretamente ligados à gestão de projetos;
- Liderança, relaciona-se com as noções, aptidões e recursos para motivar orientar e dirigir;
- Gestão estratégica e empresarial, relaciona-se com as noções e experiência no mercado, que podem ajudar a melhorar os resultados do projeto.

Na sequência das três competências-chaves referidas anteriormente, é importante fazer uma distinção entre hard skills e soft skills. As soft skills estão relacionadas com as competências interpessoais, e por esse motivo são competências mais intangíveis e menos visíveis. Por outro lado, as hard skills têm uma natureza mais técnica, e incluem a utilização de ferramentas, como softwares, e estão relacionadas com a criação de algo tangível [18].

No PMBOK sétima edição [17], encontra-se uma análise menos técnica, e mais associada às *soft skills*. Primeiramente, é feita uma distinção entre coordenação centralizada e descentralizada, pois, dependendo do projeto, podem existir necessidades diferentes. Numa coordenação centralizada existe um gestor de projeto designado, que assume a liderança e orientação tanto da equipa como do projeto. Na coordenação descentralizada, existe uma autogestão por parte dos membros da equipa. É importante referir que, de acordo com as necessidades do projeto, da organização, e do ambiente, as

funções podem alterar-se de projeto para projeto, bem como de gestor de projeto para gestor de projeto.

A primeira função referida é providenciar supervisão e coordenação. O objetivo é ajudar a equipa a alcançar uma harmonia entre os objetivos e o trabalho do projeto. Esta função pode ser executada de diferentes formas, alterando-se de organização para organização. Em algumas organizações esta função pode envolver atividades como, avaliação, análise, atividade de pré-projeto, monitorização, e inclui também o trabalho de manter os membros de equipa motivados, em segurança e em harmonia e equilíbrio. A coordenação envolve o debate com os executivos/líderes de ideias para avançar com os objetivos, melhorar o desempenho do projeto, ou até ideias que satisfaçam as necessidades do cliente. Pode também envolver a assistência na análise de negócios, na negociação de contratos e no desenvolvimento de casos de negócio. A supervisão inclui atividades relacionadas com a realização e sustentação de benefícios após a conclusão dos resultados do projeto.

A segunda função referida é: objetivos atuais e *feedback*. É expectável que nesta função sejam recolhidos conhecimentos e orientações claras por parte dos clientes¹ e utilizadores finais². Esta orientação feita pelos clientes ou utilizador final é essencial para a obtenção dos requisitos, resultados e expectativas do projeto. Este feedback deve ser contínuo e pode ser feito de diferentes formas. Isto é, em alguns casos, existe um envolvimento da equipa com o cliente ou utilizador final, de forma a haver uma verificação periódica; noutros casos, pode existir um representante do cliente que participa e se integra na equipa de projeto.

A terceira função, que é facilitar e apoiar, está diretamente relacionada com a supervisão e coordenação. Esta função baseia-se no estímulo dos membros de equipa para a colaboração e para o sentido de responsabilidade orientada para os resultados. No que toca à facilitação, inclui a resolução de conflitos e tomada de decisões e também a facilitação de soluções. Da mesma maneira, o apoio aos membros para ultrapassar obstáculos é igualmente importante e necessário. Para todas estas atividades pode ser

¹ Cliente: pessoa ou entidade que está a financiar o projeto;

² Utilizador final: pessoa ou entidade que irá de facto utilizar os resultados do projeto.

necessário realizar avaliações de desempenho e transmissão de *feedback* para que os membros da equipa tenham a possibilidade de aprender, adaptar-se e melhorar.

Realizar trabalho e contribuir com insights, é a quarta função, na qual é esperado que seja fornecido conhecimento, experiência e competências para realizar os resultados esperados. Esta função pode também ser integrada dentro da função de apoio, uma vez que os resultados do projeto são implementados e transitam para operações.

Na quinta função, está a aplicação de conhecimentos especializados. Esta função tem o objetivo de fornecer o conhecimento e a visão num determinado assunto, num projeto. A pessoa que desempenha esta função tem o papel de apoiar e de aconselhar a organização, de forma a que as equipas possam enriquecer o seu processo de aprendizagem. Esta função pode ser exercida por uma pessoa externa da organização ou por uma pessoa interna no projeto o tempo de permanência dessa pessoa no aconselhamento do projeto também pode variar.

De seguida, está a função de fornecimento de direções e visão de negócio. As pessoas nesta função estão encarregues de conduzir e indicar a direção do projeto e dos resultados. O foco desta função é a priorização de atividades em atraso, tendo em conta o seu valor comercial, dependências e riscos. É importante também o fornecimento de *feedback* e é necessário guiar a equipa na direção mais correta, de forma a maximizar o valor do produto a entregar.

Seguidamente, está o fornecimento de recursos e direção. Como o nome indica, esta função tem a finalidade de divulgar, tanto às equipas como aos *stakeholders*, qual a visão, quais as expectativas e quais os objetivos do projeto. A pessoa nesta função assume um papel de representação da equipa e tem o dever de proteger o projeto, de modo a assegurar as decisões, os recursos e a autoridade, servindo de ligação entre a direção e os membros da equipa, de forma a que problemas como escassez de recursos financeiros, ou de outro tipo, possam ser solucionados. Tem também o dever de manter o projeto em sintonia com os objetivos empresariais da organização. Esta função tem igualmente a oportunidade de comunicar à direção ideias ou inovações. Por outro lado, pode também controlar e monitorizar os resultados do projeto, depois de encerrado, de forma a assegurar que os benefícios comerciais estão a ser cumpridos.

Por fim, a última função referida é a de manter e de governar, cuja principal tarefa é acompanhar o projeto de modo a que os objetivos estabelecidos sejam cumpridos.

Adicionalmente, inclui-se a autorização e o apoio das recomendações feitas pelos membros da equipa [17].

Por outro lado, o PMBOK sexta edição, vem complementar esta informação de uma forma mais técnica, com ferramentas, instrumentos e métodos mais associados às *hard skills* [10]. O gestor de projeto tem diversos processos para gerir. Pode-se dividir estes processos em 5 grupos: grupo de processos de iniciação, de planeamento, de execução, de monitorização e controle e, por fim, de fecho. Dentro destes grupos de processo podemos integrar diversas atividades que fazem uma descrição detalhada das funções do gestor de projeto.

No que concerne ao grupo de processos de iniciação (GPI), existem processos como o desenvolvimento da abertura do projeto e a identificação dos *stakeholders*.

No grupo de processos de planeamento (GPP), que é onde se encontram mais processos, pode-se identificar o seguinte: o desenvolvimento do plano de gestão do projeto; o planeamento da gestão do *scope*; a recolha de requisitos; a definição do *scope*; a criação do WBS; o planeamento da gestão do cronograma; a definição de atividades; a sequenciação de atividades; a elaboração das estimativas da duração das atividades; o desenvolvimento do cronograma; o planeamento da gestão dos custos; a estimativa dos custos; determinar o orçamento; o planeamento da gestão de qualidade; o planeamento da gestão dos recursos; a estimativa dos recursos das atividades; o planeamento da gestão das comunicações; o planeamento da gestão de riscos; a identificação dos riscos; a realização da análise qualitativa e quantitativas dos riscos; o planeamento das respostas aos riscos; o planeamento da gestão das aquisições e, por fim, o planeamento do envolvimento dos *stakeholders*.

Inseridos no grupo de processos de execução (GPE) encontram-se os seguintes processos: orientar e gerir o trabalho do projeto; gerir o conhecimento do projeto; gerir a qualidade; adquirir recursos; desenvolver a equipa; gerir a equipa; gerir as comunicações; implementar as respostas ao risco; conduzir as aquisições; gerir o envolvimento dos *stakeholders*.

Dentro do grupo de processos de monitorização e controle (GPMC) aponta-se: a monitorizar e controlar o trabalho do projeto; realizar o controlo integrado da mudança; validar e controlar o *scope*; controlar o cronograma; controlar os custos; controlar a

qualidade; controlar os recursos; monitorizar as comunicações; monitorizar os riscos; controlar as aquisições; monitorizar o envolvimento dos *stakeholders*.

Por fim, no último grupo de processos, o de fecho (GPF), distingue-se o encerramento do projeto.

Ao longo de todas estas atividades descritas, são utilizadas ferramentas e técnicas. As ferramentas e técnicas utilizadas nas atividades muitas vezes repetem-se, no entanto, elas são aplicadas de forma diferente. A tabela 1 apresenta um resumo transversal da utilização das ferramentas e técnicas nos processos de cada grupo:

Tabela 1 – Ferramentas utilizadas pelo gestor de projeto ao longo dos grupos de processo

Ferramentas e técnicas	Grupos de processos de gestão de projetos				
	GPI	GPP	GPE	GPMC	GPF
Opinião especializada	X	X	X	X	X
Recolha de dados (brainstorming, grupos de discussão; questionários; pesquisas e entrevistas)	X	X	X	X	
Capacidades interpessoais e de equipa (gestão de conflitos, escuta ativa, negociação, liderança e facilitação)	X	X	X	X	
Reuniões	X	X	X	X	X
Análise de dados (análise de alternativas, análise de custo-benefício, análise de valor agregado, análises de variações, análise de tendências, análise de documentos, análise causa-raiz, análise de permissões e restrições e análise SWOT)	X	X	X	X	X
Representação/mapeamento de dados (diagramas de afinidades, fluxogramas, modelos lógicos de dados, gráficos hierárquicos, matriz de responsabilidades, diagramas matriciais e mapeamento mental)	X	X	X	X	
Sistemas de informação de gestão de projeto (exemplo softwares de cronogramas, sistemas de autorização de trabalho, sistemas de recolha e distribuição de informação, repositórios de bases de conhecimento corporativo)		X	X	X	
Gestão de conhecimento (exemplos redes de relacionamento, fóruns online, comunidades de prática, fóruns de discussão feiras e cafés de conhecimento)			X		
Tomada de decisões (votações e tomada de decisões autocrática)		X	X	X	
Ferramentas de controle de mudança				X	
Diagramas de contexto (exemplo modelo do scope);		X			
Protótipos;		X			
Análise do produto		X			
Decomposição (técnica capaz de dividir o scope do projeto em partes menores, estas divisões são orientadas pelo grau de controle necessário);		X			
Inspeção (exemplo medição e validação)				X	
Método do diagrama de precedência (técnica utilizada para contruir um modelo de cronograma, em que as atividades são representadas por nós e ligadas graficamente por um ou mais relacionamentos lógicos, de forma a mostrar a sequência em que as atividades devem ser executadas)		X			
Integração e determinação de dependência (dependências obrigatórias, dependências arbitradas, dependências externas e dependências internas)		X			
Antecipações e esperas (quando uma atividade sucessora pode ser adiantada em relação a uma atividade predecessora)		X		X	
Estimativas analógicas (é uma técnica de estimativa de duração ou custo tendo por base os dados históricos de uma atividade ou projeto semelhantes)		X			

Estimativas paramétricas (utiliza-se um algoritmo para calcular o custo ou a duração, tendo por base os dados históricos e paramétricos do projeto);		X			
Estimativas de 3 pontos (A precisão das estimativas de duração de ponto único pode ser melhorada se se considerar a incerteza e o risco das estimativas. A utilização de estimativas de três pontos ajuda a definir um intervalo aproximado para a duração de uma atividade)		X			
Análise de rede do cronograma (é a técnica utilizada para gerar o cronograma do projeto, para isso são aplicadas outras técnicas como o método do caminho crítico, otimização de recursos e técnicas de modelagem)		X			
Método do caminho crítico (é a estimativa de duração mínima do projeto, utilizando o grau de flexibilidade dos caminhos lógicos de rede dentro do modelo do cronograma)		X		X	
Otimização de recursos (é o ajuste das datas de início e de terminos das atividades para que o uso dos recursos planeados seja igual ou inferior aos disponíveis);		X		X	
Compressão do cronograma (técnicas utilizadas para encurtar ou acelerar a duração do cronograma. Por exemplo: compressão, utilizada para encurtar a duração, como as horas extra. Por outro lado, temos o paralelismo, técnica de compressão, em as atividades executadas normalmente de forma sequencial são executadas em paralelo)		X		X	
Planeamento ágil de grandes entregas		X			
Agregação de custos (como contras de controle)		X			
Revisão de informações históricas (esta técnica pode ajudar no desenvolvimento das estimativas analógicas e paramétricas)		X			
Reconciliação dos limites de recursos financeiros (uma variação dos limites de financiamento e os gastos planeados pode obrigar a um reagendamento do trabalho)		X			
Financiamento (refere-se a obtenção de recursos para financiar o projeto)		X			
Índice de desempenho para término (é uma métrica de desempenho de curtos que deve ser alcançado com os recursos restantes a fim de cumprir uma meta especificada de gestão)				X	
Planeamento de testes e inspeções (durante o planeamento, gestor de projeto e a equipa determinam como inspecionar ou testar o produto, de forma satisfazer a expectativas e as necessidades)		X			
Auditorias (de forma a verificar se as políticas do projeto estão a ser cumpridas, é utilizado o processo de auditoria, um processo estruturado e independente)			X	X	
Design for X (conjunto de técnicas que podem ser utilizadas, no design do produto de forma a otimizar o aspeto específico do design)			X		
Soluções de problemas (encontrar soluções para as questões e/ou desafios)			X	X	
Métodos para melhoria de qualidade (a melhoria da qualidade pode ocorrer em conclusões e/ou recomendações de processos de controle da qualidade que derivam da auditoria da qualidade)			X		
Testes/avaliações de produtos (um teste é utilizado para fornecer informações objetivas sobre a qualidade do produto que está a ser testado, de forma a verificar se está em conformidade com os requisitos)				X	
Teoria organizacional (esta teoria concede informações sobre a forma como as pessoas e as equipas se comportam)		X			
Pré-designação (determinação antecipada dos recursos físicos ou de equipa)			X		
Equipas virtuais (a utilização de equipas virtuais abre portas para uma maior monitorização de equipas, em que a interação pessoas não existe e os custos são reduzidos)			X		
Tecnologias de comunicação (esta tecnologia advém do desenvolvimento das equipas anteriormente referidas, ajudando a melhorar o ambiente saudável. Pode ser conversas, reuniões, documentos escritos, bancos de dados e sites)		X	X		
Reconhecimento e recompensas (uma das partes do processo de desenvolvimento é o reconhecimento e a recompensa. Estas recompensas só serão eficazes se forem ao encontro com uma necessidade valorizada pelo indivíduo)			X		
Treino (engloba todas as atividades que podem desenvolvidas para melhorar as competências dos membros da equipa)			X		
Avaliações individuais e de equipa (este tipo de avaliação dão ao gestor de projeto e a equipa uma visão geral dos pontos fortes e fracos)			X		
Análise de requisitos das comunicações (esta análise determina as necessidades de informação dos stakeholders)		X			
Modelos de comunicação (representam o processo de comunicar. Existem 3 modelos de comunicação: o modelo de comunicação emissor /recetor básico (onde se garante apenas que a mensagem é entregue e não entendida); modelo de comunicação interativo (onde		X			

existe a necessidade de garantir que a se a mensagem foi entendida - feedback) e por fim o modelo mais complexo, que engloba elementos humanos do emissor ou do recetor)					
Métodos de comunicação (utilizados na partilha de informação entre os stakeholders. Exemplo: comunicação interativa; comunicação ativa; comunicação passiva; comunicações interpessoais ou de grupos pequenos ou pública ou em massa)		X	X		
Relatórios de projeto (é onde estão agregadas as informações sobre o projeto, existindo a possibilidade de distribuí-las)			X		
Listas de alertas (listagem de forma categorizada, de riscos individuais e do projeto)		X			
Categorização dos riscos (existem diferentes formas de categorizar os riscos, nomeadamente: por área afetada do projeto, por fase ou orçamento ou responsabilidades. Desta forma, poderá determinar-se quais as áreas do projeto mais expostas aos efeitos de incerteza)		X			
Representação de incertezas (para uma análise quantitativa de risco é necessário inputs para que o modelo de análise de risco possa refletir os riscos individuais do projeto e de outras fontes de incerteza)		X			
Estratégias para ameaças (existem 5 estratégias para lidar com ameaças: escalar; prevenir; transferir; mitigar; aceitar)		X			
Estratégias para oportunidades (existem 5 estratégias para lidar com as oportunidades: escalar; explorar; compartilhar; melhorar; aceitar)		X			
Estratégias de respostas de contingência (este tipo de estratégias são soluções caso certos imprevistos ocorrerem)		X			
Estratégias para o risco geral do projeto (as respostas ao risco devem ser planeadas e implementadas e existem 5 estratégias para o fazer: prevenir; explorar; transferir/compartilhar; mitigar/melhorar; aceitar)		X			
Análise de seleção de fonte (o primeiro passo é priorizar as exigências do projeto, para depois decidir qual o método de seleção. Os métodos de seleção mais comuns são: menor custo, apenas qualificações, pontuação baseada em qualidade/proposta técnica, com base em qualidade custo, fonte única e orçamento fixo)		X			
Publicidade (comunicação com os potenciais utilizadores de um produto ou serviço. Exemplo: anúncios em jornais)			X		
Reuniões com licitantes (este tipo de reuniões ocorrem entre o comprador e os vendedores antes do envio de propostas, desta forma está assegurado que todos os licitantes têm um entendimento comum e claro da aquisição e também que nenhum licitante tem algum tipo de tratamento preferencial)			X		
Administração de reivindicações (reivindicações são mudanças em que o comprador e vendedor não conseguem chegar a acordo. As reivindicações são documentadas, processadas e controladas ao longo de todo o contrato. Se não houver acordo, a reivindicação será resolvida de acordo com os procedimentos do contrato)				X	
Capacidades de Comunicação (Exemplo: Conversas, discussão de reuniões, reuniões, relatórios de progresso e pesquisas)			X	X	
Regras básicas (é onde estão definidas as normas de comportamento esperado dos membros da equipa e dos stakeholders)			X		

Fonte: [10].

Como é possível analisar ao longo do capítulo, existem diferentes abordagens para descrever as funções de um GP, todas elas se complementam, e acrescenta uma perspetiva nova, refletindo a necessidade de flexibilidade e agilidade. No entanto, apesar de existirem diferentes perspetivas, o papel do GP mantém-se crucial para o sucesso de qualquer projeto.

No seguimento desta investigação, o que será levado como referência, são as ferramentas e técnicas descritas na tabela 1, devido ao facto dos próprios gestores de projeto descreverem as suas funções de uma forma mais pragmática, como tarefas.

2.2. Indústria 4.0

2.2.1. Apresentação das tecnologias 4.0

A quarta revolução industrial, denominada de I4.0, resulta então de uma combinação entre tecnologias associadas à internet e recursos de produção industrial otimizados [19]. Trata-se de um novo patamar de organização e controle sobre toda a cadeia de valor do ciclo de vida dos produtos, encontrando-se orientada para os requisitos cada vez mais individualizados do cliente [5]. Assim, a I4.0 vem converter as máquinas regulares, em máquinas autoconscientes e de autoaprendizagem, para melhorar o seu desempenho geral, com o propósito de construir uma plataforma de manufatura aberta e inteligente. Podem-se salientar quatro elementos-chave associados à I4.0 [20] [4]:

- Interoperabilidade: compreende-se pela capacidade de um sistema interagir e comunicar com outro;
- Descentralização: entende-se como a capacidade de diferentes sistemas de produção tomarem decisões por si próprios;
- Análise de dados em tempo real: percebe-se pela capacidade de analisar dados de produção em tempo real de forma a que as ações corretas possam ser tomadas;
- Flexibilidade dos serviços: distingue-se pela flexibilidade de alterar, expandir e aprimorar módulos individuais para atender a novos requisitos em processos de produção existentes ou na construção de novos processos.

Segundo Yin et al. (2018) [2], a capacidade de atender às exigências individuais de diversos clientes é uma importante vantagem competitiva para uma empresa. Deste modo, o objetivo central da I4.0 é atender às necessidades individuais dos clientes, promovendo uma melhor performance, baixos custos e maior qualidade em diversos campos da indústria [20] e em diversas áreas tais como a gestão de pedidos, pesquisa e desenvolvimento, fabricação, entrega, utilização e reciclagem de produtos [5].

Com o intuito de se desenvolver um fluxo de produção totalmente integrado, automatizado e otimizado, e de modo a gerar maior eficiência e mudança nas relações de produção entre fornecedores, produtores e clientes, bem como entre humanos e máquinas, dever-se-á ter em consideração as nove tecnologias fundamentais da I4.0: a Análise de Dados, os Robots Autónomos, as Simulações, a Internet Industrial das Coisas (IIoT), a Segurança Cibernética, a *Cloud*, a *Additive Manufacturing*, Realidade Aumentada e a

Inteligência artificial [5] [21]. Em seguida, será feita uma breve apresentação das mesmas de modo a evidenciar o conceito e a sua aplicabilidade.

2.2.2. Additive Manufacturing

Additive manufacturing (AM) é mais conhecido como “impressão 3D” (impressão tridimensional) são processos de junção de materiais camada sobre camada [22]. Esta impressão tem um funcionamento idêntico a uma impressora normal, no entanto, em vez de imprimir camadas de tinta sobre um papel, uma impressora 3D utiliza materiais, para contruir um objeto tridimensional (camadas finas são colocadas umas sobre as outras). Existem diferentes materiais que podem ser utilizados, como por exemplo plástico, resina, cerâmica, vidro, betão [23].

A grande vantagem da impressão 3D é a produção de protótipos, de baixo custo. Com a utilização da rápida produção de protótipos é possível testar e examinar falhas no produto antes que este seja produzido em massa, ou seja na vida útil do projeto. Desta forma é possível diminuir riscos, e futuramente prevenir custos de alteração [24]. Outra grande vantagem da impressão 3D é a personalização. A impressão 3D permite a personalização em massa e a baixo custo, bem como a rápida substituição de peças (eficiência industrial). É importante referir que AM não vem substituir os métodos tradicionais, mas sim revolucionar. A melhoria da qualidade é também referida como uma vantagem [23]. Outra vantagem desta tecnologia prende-se com o facto de a AM permitir que as peças sejam produzidas por pedido, em vez da produção em massa que frequentemente acontece com os processos de fabrico tradicionais. Isto pode ser útil quando a procura é incerta ou quando a calendarização de produção está em constante alteração. A AM utiliza apenas o material necessário para a produção do produto final e, por essa razão, cria menos desperdícios que os métodos tradicionais, o que é altamente vantajoso para projetos com preocupações ambientais e orçamentos mais reduzidos [25]

Nos últimos anos, esta tecnologia tem vindo a crescer e é cada vez mais utilizada em diversas indústrias. Este aumento deve-se ao facto dos custos de acesso à tecnologia terem diminuído e também devido ao facto da sua aplicabilidade ter aumentado [23].

2.2.3. Big data

Big Data, não é só um conjunto de uma grande quantidade de dados, é também a sua análise com o objetivo de encontrar variáveis explicativas que possam responder a questões (gestão de dados) [26]. A Análise de Dados (*Big Data*) registados anteriormente

revela-se como uma tecnologia fundamental para identificar quais os problemas que ocorreram no passado em diferentes processos de produção e, conseqüentemente, conceber diversas soluções para impedir que ocorram novamente, permitindo o aumento da produtividade e a contribuição para inovações futuras de empresas de modo a que as mesmas possam adquirir maiores vantagens competitivas [27].

Um dos fatores críticos de sucesso na criação de vantagem competitiva é a gestão e análise dos dados acumulados de uma forma otimizada, uma vez que atualmente 2,5 quintiliões de bytes de dados são gerados todos os dias. A presença e potencial impacto da *Big Data* continuam a emergir e, por essa mesma razão, a necessidade de investigação aumenta.

Uma das grandes necessidades é o desenvolvimento e melhoramento de métodos analíticos, uma vez que a *Big Data* desafia as infraestruturas a nível de volume e variedade de dados e a velocidade a que estes mudam. Este tipo de investigação pode impactar as estruturas e processos de gestão, nas organizações. [28].

Big Data tem a capacidade de ajudar na tomada de decisões, armazenar uma grande quantidade de dados de uma forma segura e viável, e de os processar em segurança [26]. Ainda, segundo Schoroeder, Bigdeli, Zarco & Baines (2019) a análise de dados pode ser utilizada também para a gestão de riscos, permitindo às empresas gerir melhor as reclamações e compreender o valor residual dos produtos [29].

Para a ajuda de tomada de decisão é necessário um conjunto de aplicações analíticas, de forma a estruturar um Business Intelligence. Essa estrutura vai basear-se na recolha e mineração de dados, no apoio à decisão, nos sistemas de gestão de conhecimento e no processamento analítico em linha [30]. Ou seja, para uma boa tomada de decisão, são necessárias formas inovadoras de processamento de grandes volumes de dados e é, também, importante ter em atenção a velocidade a que estes dados chegam e a sua variedade [31].

Como já foi referido, uma das grandes vantagens do *Big Data*, que acaba por se tornar numa vantagem competitiva, é o bom processamento de dados. Para que estes sejam transformados em conhecimento a um baixo custo, esta tarefa pode-se tornar complexa, pelas razões já referidas: grande volume, velocidade e variedade. [32] [33].

Big Data está relacionada com gestão de projeto no sentido em que atualmente os projetos acarretam uma enorme quantidade de dados e informações. [33].

Estudos anteriores mostram que as abordagens digitais permitem que as organizações de projetos sejam mais rápidas e flexíveis [34]. Estas abordagens digitais são importantes para que seja possível uma tomada de decisão em tempo real [35].

2.2.4. Cloud

Cloud pode ser explicado de muitas formas diferentes. *Cloud* é o armazenamento e a possibilidade de aceder a dados e programas através da internet em vez de ter de recorrer ao disco rígido de um computador, ou seja, é a sincronização dos dados e de outras informações na web [36].

Cloud permite o acesso através de dispositivos locais aos softwares baseados em *cloud*. Alguns exemplos de aplicações baseadas em *cloud* são, Apple iCloud, Google, Amazon, Microsoft e Oracle [37].

A *cloud* pode ser vantajosa tanto para empresas como para utilizadores finais. Algumas das vantagens *cloud* são, a possibilidade de serem os utilizadores a ativar os seus recursos para qualquer tipo de carga de trabalho (self-service), outra vantagem é a elasticidade da *cloud*, onde é possível aumentar ou diminuir as necessidades computacionais, tendo em conta a necessidade. Outra grande vantagem é a possibilidade de pagamento por utilização, ou seja, o utilizador está apenas a pagar os recursos que utiliza (pay-as-you-go).

Existem 3 tipos de *cloud*: privada, híbrida e pública. No que se relaciona com a *cloud* privada, esta é fornecida por um centro de dados próprio e individual. Esta opção oferece segurança, controlo e versatilidade. Por outro lado, na *cloud* pública, o serviço é fornecido por um terceiro elemento, a grande vantagem da *cloud* pública é o facto de ter espaço ilimitado. A *cloud* híbrida é uma mistura das duas *cloud* descritas [36].

Cloud tem uma grande capacidade de transporte, potência de computação e capacidade de armazenamento, estas características fazem com que *cloud* seja capaz de suportar os requisitos de várias operações do sistema, partilha de informações, armazenamento de dados e colaborações empresariais [38].

Com a I4.0, as empresas necessitam cada vez mais de um compartilhamento de dados de forma rápida e eficaz. Neste sentido, a *Cloud* possibilita estabelecer conexões entre diferentes dispositivos, bem como agilizar a partilha de informação entre si [39].

2.2.5. Internet Industrial das Coisas (IIoT)

Internet das coisas (IoT) é uma interação entre o físico e o virtual. Esta interação é feita a partir de representações virtuais de objetos endereçáveis, numa estrutura semelhante à da internet. Através de sensores em tempo real, estes objetos podem ser ligados entre si e transmitir dados e informações úteis sobre o seu estado. De uma forma simplificada, o principal objetivo de IoT é que através de sensores seja possível seguir informações úteis e importantes sobre objetos da vida quotidiana, como por exemplo, automóveis, frigoríficos, estradas, ou até mesmo gado. [40]. IoT consiste em ter todos estes objetos ligados à internet [41].

IIoT tem os mesmos princípios e fundamentos que IoT, no entanto esses princípios são aplicados ao fabrico e aos processos industriais, no entanto têm requisitos mais rigorosos [41].

É importante referir que este processo faz com que uma grande quantidade de dados, provenientes de diferentes dispositivos, seja produzida a uma grande velocidade. Para que estes dados se tornem úteis é necessário que sejam tratados, analisados e armazenados, o que implica a importante participação de *Big Data*. As informações recolhidas através destes sensores são importantes para as organizações e para as tomadas de decisão [42].

O tipo de informação recebida pode variar, tendo em conta o objeto, alguns exemplos são o estado do equipamento, taxas de produção, consumo de energia, taxas de manutenção, entre outros, informações desta natureza podem gerar conhecimento, que vai suportar e apoiar as tomadas de decisão [26].

2.2.6. Realidade Aumentada

A realidade aumentada (RA) é uma tecnologia interativa da I4.0. Esta tecnologia permite-nos utilizar a computação gráfica ou texto sobre os objetos em tempo real, ou seja, os utilizadores conseguem ver os objetos virtuais na realidade e manipulá-los em tempo real, para melhorar os processos de tomada de decisão e os procedimentos de trabalho. De uma forma mais simples, RA é o ponto de encontro entre o ambiente real e a realidade virtual, combinando assim dois campos independentes, o mundo com objetos reais em torno do mundo humano, e o mundo virtual, criado por um computador. Tornando o nosso mundo mais confortável, mais interativo e mais seguro.

A grande vantagem da RA é a oportunidade de visualizar objetos em 2D e 3D e com isto complementar a realidade [43].

2.2.7. Robots Autónomos

Os robôs já são utilizados em diversas áreas, como na indústria automóveis ou na indústria farmacêutica, há pelo menos duas décadas. Os benefícios da sua utilização incentivaram os cientistas alargar a sua pesquisa para que estes robôs possam ser utilizados em outras aplicações.

Para isso foi necessário dividir os robôs em duas categorias: manipuladores redundantes e robôs moveis (terrestres, marítimos e aéreos). No entanto, em ambas as categorias existem limitações. No caso dos manipuladores redundantes, os movimentos conjuntos podem ser limitados, no caso de robôs moveis a limitação esta mais relacionada com obstáculos no caminho. Estas limitações podem sempre variar, visto que estão dependentes do ambiente de trabalho. Posto isto, houve a necessidade de apostar em métodos que permitissem aos robôs lidar automaticamente com estas condicionantes.

Um robô autónomo é um robô equipado com estes métodos, ou seja, o robô torna-se capaz de lidar automaticamente com adversidades enquanto executa uma tarefa desejada [44]. Contudo, não foi possível encontrar exemplos da aplicabilidade desta tecnologia.

2.2.8. Segurança Cibernética

Existem diversas definições para o que é a segurança cibernética, no entanto não existe uma definição concisa e aceite em larga escala, que abranja a multidimensionalidade da mesma. Isto faz com que não seja possível fazer avanços tecnológicos e científicos, ou seja, as soluções técnicas que apoiam a segurança cibernética, por si só não resolvem o problema [45].

Podemos concluir que para chegar a uma definição de segurança cibernética, é necessário recorrer a diversas definições. Segurança cibernética é um conjunto de métodos defensivos utilizados para detetar e defender contra potenciais intrusos, [46], ou seja, ajuda a reduzir o risco de ataque e salvaguardar o software e as informações [47]. A segurança cibernética é utilizada, também, como recolha de ferramentas, políticas, diretrizes, formações, abordagens de gestão de risco e melhores praticas, que possam ser utilizadas para proteger os softwares e as informações [45].

Não foi possível encontrar a utilização desta tecnologia aplicada a gestão de projeto.

2.2.9. Simulações

As simulações são uma reprodução virtual aproximada de um comportamento, situação ou objeto e são baseadas num modelo matemático [26]. Atualmente, são muitas as ferramentas que permitem criar simulações.

As simulações têm a vantagem de reduzir riscos de falhas, uma vez que é possível, de uma forma simples e barata, comparar e verificar o comportamento das variáveis, sem que o sistema real seja comprometido, possibilitando, assim, o estudo de diversos cenários [26] [48].

As simulações podem ser utilizadas em 3 cenários [48]: Uma simulação pode ajudar a compreender os princípios de funcionamento de um sistema; uma simulação pode, também, facilitar o processo de tomada de decisão; em último lugar, pode ser utilizada para resolver problemas de uma linha de produção.

Para além das vantagens já referidas, a utilização de simulações, pode ajudar a poupar no investimento, encurtar tempos ociosos, reduzir as falhas de produção durante a fase de arranque, melhorar a utilização de recursos, reduzir o tempo do ciclo, aumentar o rendimento e procurar melhorias na gestão da produção. Adicionalmente, as simulações permitem também uma melhoria na qualidade de tomada de decisão, tornando-a mais fácil e rápida [49].

2.2.10. Inteligência Artificial

A inteligência artificial (IA) é descrita como uma tecnologia que possibilita simular os processos de inteligência humana através de sistemas informáticos. Para isto ser possível, é necessário que estes processos incluam aprendizagem, ou seja, a aquisição de informação e de regras para a utilização de informação, deve incluir também o raciocínio, que é a utilização das regras para chegar a conclusões e ainda autocorreção [50].

IA tem a capacidade de reconhecer padrões, inclinações e intenções que ultrapassam o intelecto humano, ou seja, o ser humano consegue retirar conclusões a partir de um número limitado de dados, as máquinas têm a capacidade de retirar conclusões a partir de milhões ou milhares de milhões de dados. [51]

De uma forma resumida e ampla, AI é a “capacidade de um sistema para interpretar corretamente os dados externos, para aprender com esses dados, e para utilizar essas

aprendizagens para atingir objetivos e tarefas específicas, através de uma adaptação flexível” [52].

Desta forma IA tem capacidades de tomada de certas decisões e de análise, competências fundamentais para a gestão de projeto de modo a que este seja bem sucedido. Desta forma IA tem a possibilidade de contribuir para a evolução da gestão de projeto [53].

2.3. Contributos da aplicação das tecnologias 4.0

2.3.1 Additive Manufacturing

AM pode impactar o trabalho de um gestor de projeto na fase de conceção e teste, pois a produção AM permite, rapidamente, e de forma pouco dispendiosa criar um protótipo, que possibilite às equipas a identificação de falhas e a execução de ajustes antes da produção em massa [54]. Por outro lado, pode repercutir-se na fase de calendarização, na medida em que AM pode ajudar em calendarizações mais inconstantes, uma vez que é um tipo de produção que pode ser feito por pedido. Adicionalmente, AM pode ser útil quando o orçamento do projeto é reduzido, pois existem menos desperdícios e, como foi referido anteriormente, a utilização de protótipos na fase de conceção previne custos de alteração após a produção em massa [25] [24].

2.3.2 Big data

Um exemplo da aplicação de *Big Data* é a utilização de ferramentas de *Big Data* nas diferentes fases do ciclo de vida do projeto (conceção conceptual, definição, planeamento, monitorização, controlo e conclusão), de forma a auxiliar e apoiar os processos e a tomada de decisão nas diferentes fases. Um estudo, conduzido por T. Bakici, A. Nemeh & O. Hazir (2021), diz que para apoiar a tomada de decisão é necessário primeiramente o desenvolvimento de uma *framework*³. Para a construção desta *framework* é necessário examinar condições, requisitos, tipos de projeto, e fases e processos de tomada de decisão, para que numa fase seguinte as organizações adotem ferramentas de *Big Data*. No entanto, existem algumas adversidades que levam as organizações a não adotarem estas

³ *Framework*: Uma Framework é um conjunto de diretrizes ou ferramentas ou até uma estrutura que disponibiliza, e pode ser utilizada como uma base padrão para o desenvolvimento de softwares, sistemas processos entre outros.

ferramentas, como por exemplo, os custos, a formação e a rápida mudança da tecnologia [33].

Neste estudo, foi possível também verificar que as organizações terão diferentes atitudes na adoção da utilização de Big data na gestão de projetos, tendo em conta os seus diferentes contexto e áreas de indústria [33].

Em diversas investigações, foi possível mostra quais os principais resultados da utilização de *Big Data* nas diferentes fases do projeto, através de métodos como casos de estudo, conhecimento empírico, conceptual, simulações, questionários, entrevistas, e por vezes a combinação de vários métodos [33].

Na fase de conceção e iniciação do projeto, devido à correlação entre o conhecimento e gestão de projeto, *Big Data* deveria ser utilizada para melhorar as funções de negócio [55]. Como também já foi referido, uma das vantagens competitivas do *Big Data*, é a capacidade de transformar os dados em conhecimento, através do seu processamento e análise, e é por esta razão também que o *Big Data* deve ser utilizado para melhorar as funções empresariais [55]. Num outro estudo de caso, foi possível desenvolver um sistema de avaliação de preços, utilizando diferentes ferramentas de *Big Data*, que permitiu apoiar as tomadas de decisão [56]. Por outro lado, um dos principais problemas, na fase inicial dos projetos, é o custo associado a estimativas fiáveis, devido a diversas causas, onde se inclui a indisponibilidade e incerteza da informação necessária. A mineração de *Big data* pode ser uma tecnologia essencial para transformar a informação em sistemas de apoio à decisão, e desta forma complementar os métodos já existentes e mais tradicionais de estimativas de custos inicial e torná-los mais fiáveis [57].

Na fase de definição e planeamento, os principais problemas derivam da má gestão dos dados, daí a importância de *Big data* durante esta fase [58].

Relativamente à fase de desempenho e controlo, concluiu-se, através de um questionário, que a avaliação de risco através de Base de dados pode reduzir os riscos [59]. E também que a adoção de ferramentas de *Big Data* nesta fase pode facilitar as capacidades da gestão de projeto [60]. Outro estudo mostra que a recolha de dados para o acompanhamento, monitorização em tempo real e estimativa de prazos, é uma das aplicações mais influentes [61].

Por fim, na fase de encerramento e avaliação do projeto, os resultados testados através de entrevistas concluíram que a utilização de *Big Data* tem um grande potencial, no que

diz respeito a perceber se as pessoas aprenderam as competências apropriadas e se os métodos estatísticos foram adequados [62].

2.3.3 Cloud

A gestão de projeto baseada em *Blockchain* (exemplo de *cloud*) pode diminuir a corrupção e proteger o projeto contra a manipulação de informação [37]. A má gestão de dados pode aumentar em 20% os custos do projeto [63]

Outro exemplo de utilização de *cloud*, foi a utilização desta tecnologia em projetos de investigação universitária. O desenvolvimento de um sistema de gestão de projeto de pesquisa universitária baseado em *cloud*, que é utilizada como suporte e sistema, possibilita os utilizadores a gerir os projetos de investigação universitária através da internet. Consequentemente, reduz a mão de obra, os recursos financeiros e materiais. Desta forma, esta plataforma foi capaz de tornar o trabalho mais eficiente e facilitar a gestão de informação [38].

2.3.4 Internet Industrial das Coisas (IIoT)

Um dos exemplos da utilização de IIoT (sensores inteligentes), em conjunto com bases de dados numa arquitetura IIoT de *fog computing*, é o melhoramento da eficiência através do agendamento e reagendamento dinâmico de tarefas. A experiência tem em conta eventos que podem perturbar a linha de produção para que depois sejam implementados os gatilhos de reprogramação em tempo real, melhorando assim o uso dos recursos. A experiência provou, também, que este sistema de computação é a melhor solução para agendamentos rápidos [41]

2.3.5 Realidade Aumentada

Esta tecnologia pode ajudar gestores de projeto na fase de tomada de decisões [64], bem como no controlo dos horários e do plano [65].

A RA pode ser útil no apoio à conceção do produto, na fase de design, para que atrasos e má qualidade de desenhos sejam evitados. Desta forma, é possível acelerar o processo de conceção. Com RA, é possível envolver o cliente, no sentido em que este consegue ir acompanhando visualmente o produto e consequentemente o projeto, e desta forma é possível ir fazendo as devidas alterações, prevenindo, assim, alterações tardias, na medida em que consegue visualizar o produto final [65].

2.3.6 Simulações

As simulações é uma tecnologia utilizada desde os anos sessenta [66] e tem sido utilizada em alguns casos práticos. Exemplo disso, é a utilização desta tecnologia numa fase de definição do projeto, onde é necessário escolher as formas de implementação nos diferentes estágios do projeto, que, futuramente, facilitam a entrega do valor esperado pelos stakeholders e aumentam a probabilidade de sucesso do projeto. Este caso prático concluiu que, com a opção de “experimentar” várias formas de implementação e aplicar a que melhor se adequa antes que o projeto seja iniciado (evitando elevados custos de alteração), ajuda os stakeholders a habituarem-se ao projeto e a esclarecer dúvidas desde o seu início [67].

Outro exemplo da utilização de simulações é a consideração das mesmas na análise de risco em projetos de tecnologias de informação. Como já referimos anteriormente, a gestão do risco é uma das principais tarefas de um gestor de projeto. Esta tarefa ocorre durante o controlo da execução do projeto, ou seja, desde o início até ao seu fecho, a melhor maneira de gerir e analisar esse risco é a imitação de modelos. Dentro da gestão do risco, as principais atividades são: identificação do risco, avaliação do risco, escolha de um método e meios de gestão do risco, prevenção, controlo, financiamento do risco e avaliação dos resultados. O modelo desenvolvido tem o objetivo de encontrar automaticamente o caminho crítico do projeto. Tendo em conta as datas, e os tempos, posteriormente o sistema produz distribuições probabilísticas para os caminhos críticos encontrados, analisa-os e representa-os graficamente. Desta forma é-nos fornecida uma representação visual de alternativas ao comportamento da gestão. Com este tipo de sistemas, é possível observar a duração do projeto antes da probabilidade dada e saber qual a possibilidade do projeto ser executado num período específico de tempo. Desta forma, é possível fazer recomendações e ajustes, de forma a diminuir os impactos de fatores indesejados ao longo do projeto, de modo a que os resultados sejam o mais próximo dos esperados [68].

O caso seguinte vai ao encontro do exemplo acabado de referir e vai até complementá-lo. Como já foi verificado, os gestores devem estar preparados para a ocorrência de possíveis riscos, portanto é imprescindível a execução de uma gestão de projeto eficaz, de modo a ser possível a eliminação de riscos ou a preparação de procedimentos padrão que ajudem a lidar com eles. Desta forma, será possível evitar problemas, tais como projetos que terminam mais tarde do que o previsto; projetos que excedem o orçamento;

projetos que não vão ao encontro da expectativa dos clientes; elevados níveis de stress e imprevistos com impacto no projeto [69]. Um modelo dinâmico e contínuo de conceção de políticas de gestão de projeto foi desenvolvido com uma aplicação de método Sytem Dynamics (SD). Este método pertence ao pensamento sistémico e às metodologias de modelação macroscópica de simulação contínua, e também à análise de risco e abordagem de gestão por testes de cenário. O principal objetivo é mostrar a dinâmica da gestão de projeto de software causada pelos riscos e pelas perturbações do projeto, com foco na intervenção do cliente. O desenvolvimento e implementação de software podem tornar-se complexas, uma vez que existe a necessidade de participação direta do cliente durante a conceção de software. A utilização da metodologia de desenvolvimento de software Agile, permite que a libertação do software seja mais rápida, uma vez que o tempo de conceção e de implementação é reduzido. A abordagem SD mostrou-se uma forma mais apropriada e natural de investigação de análise de gestão de projeto. Este modelo funciona como um “simulador de voo”, que permite programar ajustes a serem geridos com os clientes e outras partes interessadas. Desta forma, a introdução de novos requisitos de software, numa fase mais avançada do projeto podem ser minimizados [70].

Em forma de resumo, pode-se concluir que as simulações podem ser úteis de diversas formas e em diversas áreas, nomeadamente na área de gestão do risco, gestão de tempo, calendarização e gestão e controlo de custos.

2.3.7 Inteligência artificial

Estudos indicam que os gestores de projeto despendem a maior parte do tempo em tarefas administrativas (ex.: processos de check-ins e gestão de atualizações). No entanto, a IA pode contribuir para a evolução da gestão de projeto. A IA permite a utilização de ferramentas para gerir pessoas e projetos, permitindo que o projeto termine nos prazos e com os orçamentos definidos, ou seja, estas ferramentas possibilitam aos gestores de projeto gerir prazos, recursos, dependências, acompanhar o projeto e os custos e enviar lembretes, reduzindo, assim, os riscos do projeto de diferentes formas [53] [71].

As vantagens de IA aplicam-se às áreas da gestão de projeto em que são utilizadas regras, como por exemplo, calendarizações, estimativas de custo, avaliação de riscos e análise de dados [72] [73]. Para além destas possíveis utilidades, foi feita uma investigação, onde foi definido um sistema de comunicação alimentado por IA. Concluiu-se que faltava a parte humana, nomeadamente as emoções, o que eliminava eventuais

enviesamentos na tomada de decisões [72], evitando informações desnecessárias e redundantes [73].

Tendo em conta o elevado nível de formação dos gestores de projeto, estes têm a capacidade de se adaptar às novas automatizações, logo, em vez de serem substituídos pelas máquinas, poderão complementá-las. A IA permite que trabalhos diários como recolha de dados, elaboração de relatórios ou tarefas rotineiras, sejam eliminados nas tarefas de um gestor de projeto, libertando-o para realizar tarefas [73] mais específicas e complexas que acrescentam mais valor [71].

De seguida irão ser enumeradas seis ferramentas de IA, bem como se evidenciará como as mesmas podem contribuir para as tarefas de um gestor de projeto [73]:

- ChatbotsIt – O ChatbotsIt é útil para fazer perguntas, como por exemplo "O que é urgente? Mostrar em que é que a equipa está a trabalhar" e "O que está a acontecer neste momento?";
- Zivebox – Esta ferramenta é utilizada para determinar a duração do tempo necessário para executar uma tarefa, sendo, assim, possível analisar a produtividade de cada membro;
- Rescoper – Permite lidar mais facilmente com as partes monótonas da gestão, mantendo a equipa mais orientada;
- Clickup - Esta ferramenta ajuda a atribuir tarefas, mostrando qual o melhor membro da equipa para a desempenhar. É responsável pela visualização de atualizações e de notificações. Ajuda a prever prazos que não são cumpridos e a fazer estimativas de tempo para tarefas específicas;
- Polydone – O principal objetivo desta ferramenta é manter o orçamento e os tempos do projeto;
- Clarizen – Esta ferramenta ajudar a controlar e a partilhar dados. Por outro lado, permite também que a informação esteja acessível ao pessoal de TI para a tomar decisões com base em requisitos [73].

É importante realçar que as ferramentas de IA dependem da introdução de dados pelos gestores de projeto, ou seja, sem uma orientação adequada, as ferramentas não serão utilizadas corretamente, sendo, mesmo, possível dizer que existe uma relação de dependência [73]. IA permite, também, através da sua capacidade para analisar um grande

número de dados, encontrar padrões, tendências e problemas que necessitam de atenção e resolvê-los, tendo por base conhecimentos anteriores [71].

Numa outra investigação [71], através de um questionário realizado a oitenta e uma pessoas (trinta e nove do sexo feminino e quarenta e duas do sexo masculino), todas com formação e experiência de trabalho em gestão de projetos (setenta e nove dos inquiridos tinham uma certificação internacional em gestão de projetos), foi possível tirar várias conclusões acerca do efeito de IA nas várias tarefas dos gestores de projeto, enumeram-se, as mais relevantes no apêndice A.

Por fim, a IA vem trazer aos gestores de projeto uma maior eficiência, assistência, estratégia, visão e produtividade [74].

Após compreender os contributos das tecnologias da I4.0, é essencial a realização de um estudo que explore a opinião dos gestores de projeto sobre a utilização destas tecnologias. Num mercado e indústria cada vez mais digitalizados e automatizados, perceber a perspetiva dos GP é importante para entender os impactos reais destas tecnologias.

A investigação que se segue tem o intuito de estudar principalmente as vantagens, desvantagens, recomendações, e possíveis funções da aplicação destas tecnologias. Com o objetivo que as empresas e os GP retirem o máximo benefício da utilização das tecnologias 4.0, mantendo-se sempre atualizados e competitivos.

Capítulo 3 – Metodologia

3.1. Desenho de investigação

Foram utilizadas duas metodologias nesta dissertação o DSR, como metodologia principal, e o SLR, numa das etapas do DSR.

O DSR é uma metodologia que tem o objetivo de criar e avaliar artefactos, de forma a resolver problemas identificados. Esta metodologia é caracterizada por seis etapas [11], que têm como foco a produção de um artefacto para resolver um problema já identificado. Artefacto esse que será avaliado, com a finalidade de se assegurar a sua utilidade, qualidade e eficácia. O seu processo de desenvolvimento deve-se basear em teorias e conhecimentos e termina com a investigação, cujas conclusões deverão ser comunicadas a um público concreto.

É importante que o artefacto resolva um problema que ainda não tenha sido resolvido de forma a dar um novo contributo para a investigação [11].

O SLR foi utilizado na etapa 3, na conceção e desenvolvimento do DSR. A utilização do SLR foi importante pois foi necessário fazer três revisões da literatura, sendo que este é o método que melhor se aplica para uma revisão rigorosa da mesma [12].

Segundo Hevner, March, and Park. (2004) [75] as seis etapas de um DSR são:

1. **Identificação do problema e a motivação** – Questão de investigação: “Como as tecnologias da I4.0, podem apoiar as funções dos gestores de projeto?”; Problema 1: A maioria dos estudos ignora a ligação entre a gestão de projeto e a I4.0; Problema 2: Necessidade de alterar e adaptar o trabalho de um gestor de projeto perante as novas tecnologias 4.0;
2. **Definição de objetivos para uma solução** – O primeiro objetivo é fazer um levantamento das ferramentas e tecnologias utilizadas atualmente pelos GP, nas funções de gestão desempenhadas. O segundo objetivo é identificar as funções que têm um maior potencial para beneficiar das tecnologias 4.0, e o terceiro objetivo é identificar as potencialidades, desafios e recomendações das tecnologias da I4.0;
3. **Conceção e desenvolvimento** – Esta fase iniciou-se com a elaboração de 3 revisões da literatura. A primeira com o objetivo de fazer um levantamento das funções de um gestor, bem como quais as técnicas e ferramentas por si

utilizadas. A segunda pretendeu compreender as tecnologias 4.0. E por fim a última revisão, teve o intuito de aprofundar e exemplificar sempre que possível cada tecnologia da I4.0. De seguida, foi realizado uma entrevista a um GP, de forma a validar a estrutura dos questionários que foram aplicados aos restantes 11 GP. Por fim, o objetivo final e contributo, foi a elaboração de uma matriz onde se identifica as tecnologias 4.0 e as respetivas possíveis funções, bem como vantagens, desvantagens e recomendações da sua aplicação;

4. **Demonstração e Avaliação** – Nesta fase, foi feito um confronto da informação recolhida através dos questionários, a nível da aplicação das tecnologias 4.0 nas funções de um GP, com a literatura;
5. **Comunicação** – Apresentação e defesa da dissertação e por fim a sua publicação.

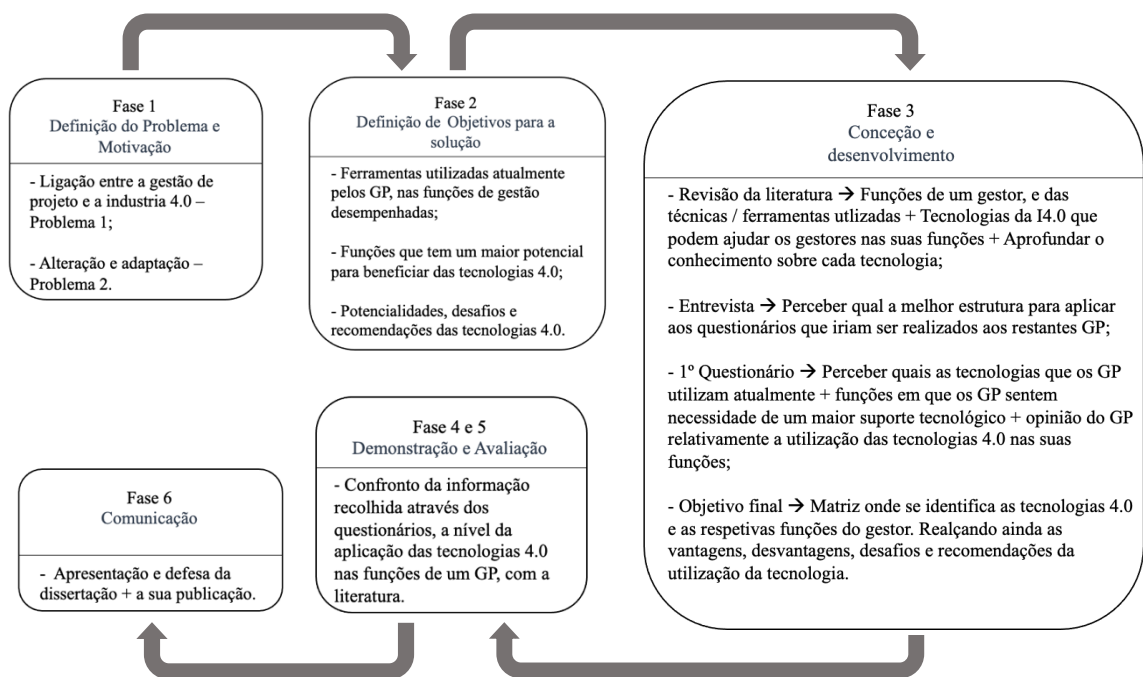


Figura 1 – DSR (Design Science Research) baseado em Hevner [75]

3.2. Fase 1 – Identificação do Problema e Motivação

Nesta fase foi feita a identificação do problema, bem como a identificação das principais motivações que levaram ao estudo do tópico abordado nesta dissertação. Esta identificação foi feita na sequência da questão de investigação “Como as tecnologias da

I4.0, podem apoiar as funções dos gestores de projeto?”, através de uma revisão da literatura.

O principal motivo deve-se ao facto de que a grande maioria dos estudos ignora a ligação entre a gestão de projeto e a I4.0, focando-se apenas nos aspetos tecnológicos [7] [8].

Por fim, o segundo e último motivo reside no facto de existir uma necessidade de alteração e adaptação às novas tecnologias, para que as organizações tenham a possibilidade de se tornarem cada vez mais eficientes, eficazes e produtivas [7].

Problema 1 – A maioria dos estudos ignora a ligação entre a gestão de projeto e a I4.0.

Problema 2 – Necessidade de alterar e adaptar o trabalho de um gestor de projeto perante as novas tecnologias 4.0.

3.3. Fase 2 – Definição de objetivos para uma solução

Esta dissertação tem três objetivos, para que no fim seja possível cumprir o objetivo final, o contributo, a elaboração de uma matriz, e desta forma responder à questão de investigação e colmatar as lacunas identificadas.

O primeiro objetivo é fazer um levantamento das ferramentas e tecnologias utilizadas atualmente pelos GP, nas suas funções de gestão desempenhadas. O segundo objetivo é identificar as funções que tem um maior potencial para beneficiar das tecnologias 4.0. Por fim, o terceiro objetivo é identificar as potencialidades, desafios e recomendações das tecnologias da I4.0.

3.4.Fase 3 – Conceção e desenvolvimento

3.4.1 Revisão da Literatura

Numa primeira fase foram feitas três revisões da literatura. A primeira revisão da literatura teve como objetivo fazer um levantamento das principais funções de um gestor, bem como perceber as técnicas e ferramentas/tecnologias por si utilizadas e que constituem um auxílio à execução das suas funções. A segunda revisão da literatura pretendeu compreender as tecnologias I4.0 e o seu auxílio e utilidade na execução das funções de um gestor. Por fim, procedeu-se à terceira revisão da literatura, com o intuito de aprofundar o conhecimento de cada tecnologia 4.0 exemplificando, sempre que possível.

Nesse sentido foram utilizadas *keywords* diferentes para cada revisão, tendo sido, no entanto, selecionados os mesmos repositórios: EBSCO Host, Scopus, ACM Digital Library, Web Of Science e Google Scholar. É de realçar que, nas três revisões, as *Keywords* utilizadas foram sempre em inglês pois existe uma maior probabilidade de se encontrar um número superior de artigos de investigação acerca das temáticas.

Na primeira revisão mencionada as *keywords* utilizadas foram *Project Management, Tools e Functions*. Obtendo a search string: “Project Management” AND (“Tools” OR “Functions”).

Relativamente à segunda revisão mencionada, as *keywords* estabelecidas foram: *Industry 4.0, Risk, Benefits, Advantages e Evolution*. Obtendo uma search string: “Industry 4.0” AND (“Risk” OR “Benefits” OR “Advantages” OR “Evolution”).

No que concerne à terceira revisão da literatura, em que foi necessário procurar por 9 tecnologias diferentes, a primeira *keywords* foi alterando conforme a tecnologia em questão, ou seja, as *keywords* estabelecidas foram: *Additive Manufacturing, Big data, Cloud, Industrial Internet of Things (IIoT), Augmented Reality, Autonomous Robots, Cyber Security, Simulations, Artificial Intelligence, application, project management e information technologies*. Obtendo uma search string: (“Additive Manufacturing” OR “Big data” OR “Cloud” OR “Industrial Internet of Things (IIoT)” OR “Augmented Reality” OR “Autonomous Robots” OR “Cyber Security” OR “Simulations” OR “Artificial Intelligence”) AND “Application” AND (“Project Management” OR “Information Technologies”).

Como referido anteriormente apenas foram considerados artigos em inglês, por esse motivo o primeiro filtro aplicado foi esse mesmo. Contudo, o repositório ACM Digital Library continha apenas só artigos em inglês. Neste caso em específico, este primeiro passo do processo de filtragem foi passado à frente. Em seguida, o segundo filtro aplicado foi que as *keywords* estivessem incluídas ou no Título ou no *Abstract*. Como terceiro filtro apenas se considerou artigos publicados entre 1985 e 2024. De referir que todos estes filtros são acumuláveis

Finalmente, após a aplicação de todos estes filtros, ainda existiam artigos que, apesar de cumprirem os filtros, não se enquadravam no tema, e por isso foi feita uma exclusão manual. Adicionalmente, houve artigos que ficaram inutilizáveis por serem pagos.

De seguida, foi também utilizado uma recolha de dados por entrevista e questionário, que será explicada com maior detalhe no capítulo seguinte.

3.4.2 Métodos de Inquérito

Numa primeira instância, a Entrevista foi o método de inquérito utilizado, devido à sua flexibilidade [76], com o objetivo de se perceber qual a melhor estrutura e a forma mais adequada de aplicar as perguntas nos questionários seguintes, este método de inquérito foi aplicado apenas a um GP. Numa segunda fase, o método de inquérito aplicado à restante amostra (onze GP) foi o questionário [76].

O questionário elaborado, continha 11 perguntas de resposta aberta e 1 de resposta fechada [77] (Apêndice B).

Para além do objetivo já descrito que se aplica apenas à entrevista, o questionário e a própria da entrevista tiveram, também, o intuito de identificar, juntos dos gestores de projeto, quais as tecnologias que utilizam atualmente, bem como perceber quais as funções que os GP sentem que necessitam de um maior suporte tecnológico. Por outro lado, foi também importante perceber, de uma forma superficial, qual a opinião do gestor de projeto relativamente a utilização das tecnologias 4.0 nas suas funções. Em suma, o grande objetivo do questionário foi perceber qual a perceção dos gestores de projeto relativamente às novas potencialidades das tecnologias 4.0 (vantagens, desvantagens e recomendações). Numa terceira fase, três dos inquiridos foram, novamente, questionados relativamente às respostas que tinham dado (esta terceira fase apenas se aplicou a 3 dos inquiridos, pois foram os únicos que tiveram disponibilidade para tal). Esta fase do inquérito foi importante, na medida em que possibilitou o esclarecimento de algumas das respostas obtidas, uma vez que, na sua maioria, as questões implicavam uma resposta aberta.

Através da entrevista, realizada na primeira fase, foi possível constatar que era importante ter um documento extra ao questionário, de modo a permitir aos gestores de projeto uma resposta mais informada. No documento que se encontra no apêndice C, pode-se encontrar uma descrição de cada uma das tecnologias, com o respetivo exemplo de utilização.

Para este questionário e entrevista foram selecionados doze gestores de projeto, que trabalham em diversas áreas da indústria. A seleção destes gestores de projeto, baseou-se em duas abordagens. A primeira através do LinkedIn, a partir de uma seleção de perfil,

que resultou apenas num respondente. A segunda abordagem iniciou-se por contactos de proximidade, desenrolando-se para um processo de amostragem por conveniência e *snowball* (descrito mais pormenorizadamente no capítulo 4.1.), do qual resultaram os restantes onze respondentes. O respondente que resultou do LinkedIn, recebeu e enviou o seu questionário através de mensagem da própria plataforma, e os restantes foram enviados e recebidos através do email e por mensagem. A técnica de recolha de dados aplicada foi a política Delphi. A política Delphi faz parte das técnicas de Delphi, e é uma técnica utilizada para estruturar um processo de comunicação de grupo, de forma eficaz, permitindo ao grupo lidar com o problema [78]. As principais características são o anonimato, feedback controlado, resposta de grupo e conflito estruturado. O objetivo não é alcançar consenso nas respostas, mas sim gerar alternativas [79].

Por fim, o objetivo final e contributo é, obter uma matriz onde se identifica as tecnologias 4.0 e as respetivas funções do gestor, onde estas tecnologias podem ter um impacto. Para cada uma das tecnologias 4.0 serão realçadas as suas vantagens, desafios e recomendações da sua aplicação.

3.5. Fase 4 e 5 – Demonstração e Avaliação

Nesta dissertação, a fase 4 e 5, correspondem à fase de demonstração e avaliação, sendo que foram executadas em conjunto com o principal objetivo de confrontar a informação recolhida através dos questionários, a nível da aplicação das tecnologias 4.0 nas funções de um GP, com a literatura.

Neste sentido, foi construída a matriz final, onde às tecnologias 4.0, foram associadas as funções, nas quais as mesmas poderiam ter impacto, bem como as vantagens, desafios e recomendações da sua aplicação, referidas pelos GP. Nesta matriz foram também introduzidas as vantagens e desafios mencionados na literatura, fazendo assim uma comparação entre a literatura e o mercado de trabalho.

É importante referir que nesta matriz apenas se encontram tecnologias que foram consideradas pelos GP com potencial para impactar as suas funções. Nas funções associadas a cada tecnologia reúnem-se dois tipos de funções: Funções em que os GP já utilizaram a tecnologia em questão; e as funções em que os GP consideram que tecnologia poderia ter impacto. Apresentando assim também, uma opinião dos GP sobre as possíveis aplicações das tecnologias 4.0 nas suas funções.

3.6. Fase 6 – Comunicação

Após as conclusões retiradas e a produção do artefacto, foi feita a comunicação do mesmo. A comunicação foi feita através da apresentação e defesa da dissertação e, por fim, da sua publicação.

Capítulo 4 – Análise de dados

4.1. Recolha de dados

Tendo em conta o objetivo do questionário, o processo de amostragem escolhido foi uma amostragem por conveniência e *snowball* [80]. A amostragem por conveniência foi eleita, pois não foram exigidos muitos critérios para a realização do questionário e, por outro lado, a utilização da amostragem *snowball* foi também aplicada para que fosse possível chegar a um maior número de pessoas.

Este estudo teve como população alvo, gestores de projeto de diversas áreas industriais, com um mínimo de experiência de três anos na área.

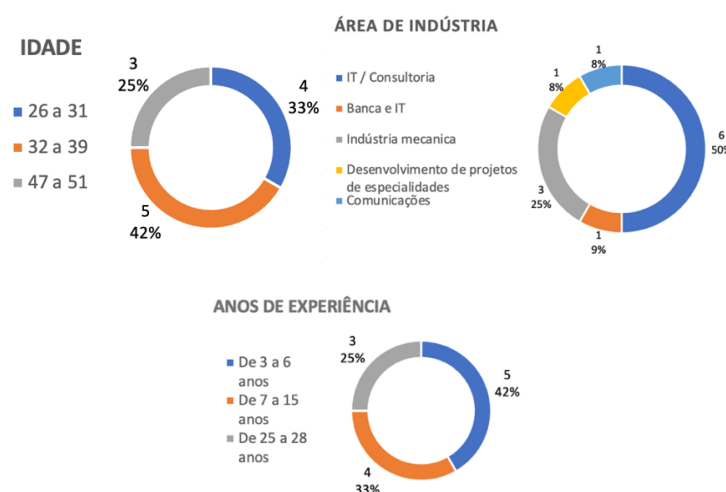


Figura 2 - Caracterização da amostra

A amostra contém doze inquiridos, com idades compreendidas entre os vinte e seis anos e os cinquenta e um anos, seis deles do sexo masculino e os restantes seis do sexo feminino. Relativamente às suas áreas de indústria, a amostra distribuíu-se da seguinte forma: seis da área de IT/consultoria, um da área da banca e IT, três da indústria mecânica, um da área de desenvolvimento de projeto de especialidades, e um da área de comunicações. Quanto aos anos de experiência, os inquiridos tinham entre três e vinte e oito anos de experiência, tendo como predominância os três, os quatro e os oito anos de experiência (ver figura 2).

4.2. Apresentação de dados qualitativos

Tendo em conta o conteúdo e o formato dos dados, a abordagem de análise utilizada foi a de análise de conteúdo, onde é possível combinar uma abordagem quantitativa e qualitativa de forma a obter uma melhor compreensão dos dados [81]. De forma a orientar a análise, foram elaborados quadros de acordo com temas e categorias. De seguida, para cada pergunta, dentro da sua categoria, foram destacadas todas as respostas que foram mencionadas por mais do que um gestor de projeto, caso todas as respostas tenham sido mencionadas apenas por um GP serão todas referidas e destacadas.

4.2.1. Funções e tecnologias utilizadas atualmente pelos gestores de projeto

À primeira questão, “Que ferramentas utiliza atualmente e para que função/finalidade?”, as respostas distribuíram-se por diversas ferramentas, e para diversas funções. As ferramentas mencionadas foram: Teams; Outlook/Email; Confluence; Microsoft SharePoint; Mirrour; PowerPoint; Excel; Jira; Kanban; Azure Devops; Microsoft Project; PSA; Ferramentas internas; Google Drive; Microsoft Planer; Ansys, SolidWorks, GrabCad, Fusion 360; Bitrix24 (CRM); AutoCAD; Cloud; Asana; Slack e Zoom.

Para cada ferramenta foram mencionadas diferentes finalidades. A tabela 2, são destacadas as mais mencionadas. Nesta tabela é referido o número de vezes que cada finalidade foi referida, o número total de finalidades mencionadas para cada ferramenta (apesar de apenas algumas estarem a ser destacadas) e ainda o número de inquiridos que referiu a tecnologia. Para uma análise mais pormenorizada, pode ser observado o apêndice D.

Tabela 2 - Respostas à questão número um

Ferramenta	Finalidades destacadas	Nº de vezes referida	Nº total de finalidades mencionadas	Nº de inquiridos que referiu
Teams	Comunicação / Organização de reuniões de discussão por equipa ou tarefa	4	4	6
	Partilha de documentação	3		
	Gestão de mudança	2		
	Reuniões virtuais	2		
Outlook / Email	Gestão de agendas	1	2	2
	Gestão de tarefas / Backlog	1		
Confluence	Documentação / Gestão de documentação	2	3	3
Sharepoint (Microsoft)	Gestão de mudança	2	6	3
Mirrour	Retrospectiva - Comunicação com o cliente	1	1	1
Power Point	Entregáveis (Roadmap, matriz Raci)	1	5	3

	Gestão de riscos (Pontos de situação - Reuniões ao longo do projeto)	1		
	Ponto de situação	1		
	Apresentações	1		
	Stakeholders	1		
Excel	Gestão de riscos	3	10	9
	Gestão financeira / Budgets / Estimativas	3		
	Análise de dados	3		
	Criar Orçamentos	2		
	Registrar horas trabalhadas	2		
Jira	Gestão do projeto / serviço	3	5	5
Kanban	Organização de trabalho	1	3	2
	Visualização do progresso do projeto	1		
	Identificação de possíveis gargalos - consequentemente ajuste do plano se necessário	1		
Azure Devops	Organização de trabalho	1	5	2
	Estimativas de horas por sprint, por tarefa ou por pessoa	1		
	Fazer teste e debugs	1		
	Progresso das tarefas	1		
	Deliverables	1		
Project (Microsoft)	Gerir o Cronograma do projeto	2	9	5
	Atribuir tarefas	2		
PSA	Gestão financeira	1	2	1
	Gestão de recursos humanos	1		
Ferramenta Interna	Budgeting e estimativas	1	1	1
Drive	Gestão de dados / documentação	4	1	4
Planner (Microsoft)	Planeamento	2	4	3
	Gestão de tarefas / Backlog	2		
Ansys, SolidWorks, GrabCad, Fusion 360	Simulação (de engenharia) - definição do âmbito	2	1	2
Bitrix24 (CRM)	Gestão de equipas	1	1	1
AutoCAD	Desenvolvimento de projetos de especialidades (de engenharia civil)	1	1	1
Cloud	Desenvolvimento de projetos de especialidades (de engenharia civil)	1	1	1
Asana	Gerir o Cronograma do projeto	1	4	1
	Atribuir tarefas	1		
	Definir dependências	1		
	Acompanhar o projeto	1		
Slack	Comunicação e colaboração em tempo real	1	3	1
	Partilha de documentação	1		
	Organização de reuniões de discussão por equipa ou tarefa	1		
Zoom	Reuniões virtuais	1	1	1

Observando esta tabela, é de destacar a ferramenta Sharepoint (Microsoft) para a qual foram enumeradas seis finalidades, referidas por três inquiridos. No entanto nesta tabela apenas foi mencionada a finalidade “Gestão de mudança”, referida por dois GP, as restantes cinco finalidades foram referidas apenas por um GP. O Excel foi a ferramenta que teve uma maior diversidade de finalidades apontadas, nomeadamente dez, que foram mencionadas por nove inquiridos. Nesta tabela foram destacadas cinco delas, onde “Gestão de riscos”, “Gestão financeira/ budgets / Estimativas” e “Análise de dados” foram referidas por três GP. Por fim, a última ferramenta que é de destaca é o Project (Microsoft), por ser a segunda ferramenta com uma maior diversidade de finalidades

identificadas, mais precisamente nove, mencionadas por cinco inquiridos diferentes, sendo, porém, de realçar duas delas, cada uma mencionada duas vezes: “Gerir o cronograma do projeto” e “Atribuir tarefas”.

Na segunda questão, era perguntado aos inquiridos se sentiam que as tecnologias por si utilizadas atualmente, eram suficientes, sendo que oito deles disseram que sim, três disseram que não, e um dos inquiridos não teve opinião.

4.2.2. Tecnologias 4.0

Na terceira questão foi pedido aos inquiridos que mencionassem funções ou finalidade em que sentissem necessidade de um suporte da tecnologia, e que explicassem de que maneira essa tecnologia podia ser utilizada e porquê. Para esta questão foram obtidas 16 funções / finalidades, e a correspondente tecnologia sugerida, na tabela 3 podem ser observadas estas respostas, bem como o número de vezes que foi referido.

Tabela 3 - Respostas à questão número três

Função / finalidade do GP	Tecnologia considera útil	Número de vezes referido
Budgeting e estimativas	Machine Learning	2
Gestão de Risco	Machine Learning	1
Formação	Realidade aumentada	1
Conceptualização	Generative AI	1
Gestão de performance	Generative AI	1
Gestão de capacidade	Machine Learning	1
Planeamento e agendamento de tarefas / gestão dos projetos	Internet Industrial das Coisas (IIoT)	1
Desenvolvimento de relatórios	Inteligência Artificial (IA)	3
Atas de reunião	Inteligência Artificial (IA)	1
Controlo da execução do projeto	Simulação	1
Gestão de agendas	-	1
Processo de projetar (mais fácil)	BIM (Building Information Modeling)	1
Ideation / Brainstorming	Mural	1
Visualização de dados – Tomada de decisão	Análise de Dados - Business Intelligence (BI); Google Data Studio	1
Tarefas repetitivas	Automatização de Processos - Zapier, Microsoft Power Automate	2
Gestão de Riscos e Segurança da Informação	Microsoft Azure Risk Management ou o software de gestão de riscos Deloitte Risk Explorer (oferecem recursos para análise de riscos, implementação de controlos de segurança e monitorização contínua de ameaças)	1

A partir desta tabela, pode-se verificar e salientar que a tecnologia mais mencionada é a Inteligência artificial. Os GP fazem uma distinção dos diferentes propósitos da utilização desta tecnologia, como Machine Learning, Automatização de tarefas repetitivas e Software de gestão de risco. Por outro, lado é de salientar a função “Gestão de agendas”, que apesar de ser uma função para a qual é necessário um maior suporte tecnológico, nenhuma tecnologia clara foi apontada. Por fim, é de realçar a tecnologia

Mural que foi apontada para a função “Brainstorming”, no entanto esta tecnologia não faz parte da I4.0.

Nesta terceira questão era também pedido que indicassem de que maneira a tecnologia que estavam a apontar poderia ser utilizada e porquê. Relativamente à função “Concetualização”, que está mais relacionada com “Definição de estratégia de abordagem”, a IA seria utilizada na formulação de hipóteses para a resolução de um problema, bem como para a definição do roadmap e metas intermédias. A nível da “Gestão de performance”, mencionada também à IA, o inquirido referia-se a um suporte ao processo de performance / assessment, definição de objetivos e harmonização de resultados. Por outro lado, a “Gestão de risco”, foi referida no âmbito tanto da interpretação de dados históricos (para a alocação otimizada de recursos), como para ajudar a identificar, avaliar e mitigar os riscos de segurança e conformidade no projeto. Por fim, a nível da “Automatização de processos e tarefas repetitivas” foram sugeridas plataformas como Zapier ou Microsoft Power Automate, que permitem criar fluxos de trabalho automatizados que conectam diversas aplicações e automatizam ações com base em gatilhos específicos (por exemplo, pode-se automatizar o envio de lembretes de tarefas atrasadas, a atualização de status do projeto com base em eventos específicos ou a criação automática de relatórios). Para a função “Monitorização de performance”, a tecnologia IIoT seria utilizada para a recolha de dados sobre equipamentos, recolha de dados que visem o conforto e segurança e recolha de dados que atestem a qualidade do produto.

Na quarta questão, foi pedido aos inquiridos que preenchessem uma tabela, onde apontassem vantagens, desvantagens e recomendações para cada uma das nove tecnologias. Foi pedido também que, caso já tivessem utilizado a tecnologia, indicassem para que função ou se, pelo contrário, nunca tivessem utilizado, indicassem onde consideravam que a tecnologia poderia ser útil. Para cada tecnologia são apresentadas as respostas mais relevantes através das tabelas 4 a 12 (todas as que foram mencionadas por mais do que um inquirido, no caso de todas as respostas dadas terem sido só mencionadas por um inquirido, todas elas são destacadas). Para uma análise mais pormenorizada, onde é possível encontrar todas as respostas dadas, que podem ser observadas nos apêndices E, F, G, H, I, J, K, L e M.

No caso da Análise de dados (tabela 4), onze dos inquiridos já utilizaram esta tecnologia e os mesmos onze indicaram diversas funções, sendo de destacar três delas.

Em relação às vantagens mencionadas, foram mencionadas um total de dez, mas irão ser destacadas três. Relativamente às desvantagens, foi possível obter doze, onde são de realçar quatro. No que diz respeito às recomendações, das oito que foram mencionadas é de destacar uma (para uma análise mais detalhada recomenda-se a consulta do Apêndice E).

Tabela 4 - Análise de dados

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Monitorização de Performance e progresso do projeto	2
	Tomada de decisões mais informadas	4
	Previsão de Resultados e riscos	2
Vantagens	Tomada de decisões mais informadas	7
	Melhoria da performance, eficiência e produtividade da operação	3
	Melhoria da capacidade de medição de KPIs	2
Barreiras à utilização / introdução	Complexidade	3
	Custos	2
	Necessidade de habilidades específicas	2
	Não tem, já é utilizado transversalmente	4
Recomendações	Procura um técnico ou equipa especializada desde o primeiro dia - Capacitar a equipa	3

No que concerne aos Robots autónomos (tabela 5), as respostas foram mais dispersas. Apenas quatro inquiridos afirmaram que já tinham utilizado a tecnologia, no entanto, cinco (um dos inquiridos não utilizou, mas sugeriu onde consideraria que a tecnologia poderia ser útil) indicaram ou sugeriram uma função. Foram indicadas um total de oito finalidades, e todas serão destacadas. No que diz respeito às vantagens, foi obtido um leque de dezasseis, a maioria mencionada apenas uma vez, no entanto é de destacar quatro. Mais uma vez, no que diz respeito às onze desvantagens, serão destacadas duas. A nível de recomendações, foram obtidas nove, cada uma delas mencionada apenas uma vez (uma análise mais detalhada no Apêndice F).

Tabela 5 - Robots Autónomos

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Tarefas rotineiras	1
	Automatização	1
	Consolidação de dados	1
	Reporting	1
	Teste de software	1
	validar end-to-end dos Softwares de forma rápida	1
	Inspeções e monitorizações	1
	Manutenção preventivas	1

Vantagens	Baixo down-time / Substitui os humanos, um robot não tira férias (Um robot trabalha 24/7)	2
	Análise de dados avançada	2
	Automatização de tarefas repetitivas - Dando mais tempo aos GP para despenderem noutras tarefas, removendo assim tarefas monótonas antes feitas pelos GP	3
	Aumento da Disponibilidade	2
Barreiras à utilização / introdução	Custo elevado	3
	Complexidade de integração	2
Recomendações	Pouca receptividade de pessoas (ter cuidado a explicar as mesmas	1
	Dados atualizados	1
	Investimento e desenvolvimento do programa ao longo do tempo	1
	Procura um técnico ou equipa especializada desde o primeiro dia	1
	Envolver os recursos internos certos para a função, desde cedo	1
	Avaliar o ROI	1
	Começar com projetos Piloto	1
	Garantir segurança	1
	Mantermo-nos atualizados sobre as tecnologias	1

No que diz respeito à tecnologia Simulações (tabela 6), nove dos inquiridos indicaram onze finalidades diferentes, apesar de apenas oito já terem utilizado a tecnologia, e é de destacar duas delas. Quanto às vantagens, foram obtidas doze respostas, sendo de salientar quatro delas. Relativamente às desvantagens, os inquiridos indicaram nove, no entanto as mais mencionadas foram duas. No que toca às recomendações, foram obtidas oito, onde é importante realçar duas delas (para uma análise mais detalhada Apêndice G). Apesar da vantagem “melhoria contínua em ambiente controlado” não esteja a ser destaca nesta tabela é importante referir que o inquirido pretendia referir-se a processos, eventos ou incidentes que ocorrem raramente e que, por isso, são esquecidos ou são difíceis de testar. As simulações permitem repetir os testes, tanto quanto necessário, e isolar os problemas para melhor compreender o impacto das alterações.

Tabela 6 - Simulações

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Formação	3
	Toma de decisões	3
Vantagens	Reduz o erro	2
	Análise de cenários hipotéticos	2
	Tomada de decisão informada	4
	Identificação de riscos e oportunidades	2
	Know-how muito específico	3
Barreiras à utilização / introdução	Custo	2
	Escolha de pessoal qualificado na área	2
Recomendações	Utilizar dados de qualidade	2

Para a tecnologia Internet Industrial das Coisas (IIoT) (tabela 7), foi uma das tecnologias onde mais dificilmente se obtiveram respostas. No entanto, três dos inquiridos já tinham utilizado esta tecnologia, e três mencionaram ou sugeriram para que finalidades,

nomeadamente seis que serão destacadas. A respeito das vantagens foram mencionadas nove, mas apenas serão destacadas três. Nas desvantagens foi obtido um total de sete respostas, tendo sido, no entanto, uma a mais mencionada. Por fim, as recomendações para esta tecnologia, foram cinco, onde é de salientar uma (consultar Apêndice H para uma análise mais detalhada).

Tabela 7 - Internet Industrial das Coisas (IIoT)

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Monitorização de performance	1
	Acesso a dados em Real-Time	1
	Monitorização remota de ativos	1
	Manutenção preditiva	1
	Otimização de processos de produção	1
	Rastreamento	1
Vantagens	Tecnologia útil	2
	Monitorização (em tempo real)	4
	Tomada de decisão informada	2
Barreiras à utilização / introdução	Custos	4
Recomendações	Planeamento adequado	2

Relativamente à Segurança cibernética (tabela 8), sete dos inquiridos indicaram para que finalidades esta tecnologia pode ser útil. No entanto, apenas cinco já a tinham utilizado. No total, mencionaram nove finalidades diferentes, sendo de salientar duas delas. Para esta tecnologia, os inquiridos mencionaram um total de doze vantagens, sendo de sublinhar duas delas. Nas desvantagens, foram mencionadas um total de treze, onde é de acentuar uma delas. Por último, a nível de recomendações, foram indicadas seis, sendo de evidenciar duas delas (consultar Apêndice I para uma análise mais detalhada).

Tabela 8 - Segurança Cibernética

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Nas empresas existem departamentos específicos para estes assuntos - Não é aplicado diretamente	2
	Treino e consciencialização em segurança	2
Vantagens	Proteção de dados	4
	Minimização de riscos - Evitam atrasos e custos de danos em caso de ataques	3
Barreiras à utilização / introdução	Complexidade	2
Recomendações	Avaliação de riscos de segurança	2
	Atualização constante	2

Quanto à tecnologia Cloud (tabela 9), foi possível constatar que onze dos inquiridos já tinham utilizado esta tecnologia. No entanto, todos indicaram ou sugeriram uma ou mais finalidades, tendo-se obtido um total de onze, destacando-se três delas. Relativamente às

vantagens, foram mencionadas um total de quinze, no entanto as mais mencionadas foram apenas seis. A nível de desvantagens para esta tecnologia, foram mencionadas onze, no entanto é de salientar três. Por fim, a nível de recomendações, foram referidas sete, todas elas mencionadas apenas uma vez, com exceção de uma, que foi mencionada duas vezes e será destacada (para uma análise mais detalhada consultar Apêndice J).

Tabela 9 - Cloud

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Armazenamento da informação / dados	4
	Back-ups + Ambientalmente mais verde	4
	Colaboração e partilha de documentos (EX.: entre cliente e fornecedor)	2
Vantagens	Partilha de dados	2
	Segurança do back-up	3
	Facilidade e eficácia de trabalhar em simultâneo, tendo todos os colegas de equipa acesso	2
	Redução de custos	2
	Acesso remoto	2
	Segurança e confiabilidade	2
Barreiras à utilização / introdução	Poucas ou nenhuma	3
	Dependência de conexão à internet	2
	Possíveis interrupções do serviço	2
Recomendações	Avaliação de necessidades	2

No que diz respeito à tecnologia Additive manufacturing (tabela 10), cinco dos inquiridos responderam que já tinham utilizado a tecnologia, e seis indicaram ou sugeriram para que finalidades, sendo de salientar duas. Relativamente às vantagens desta tecnologia, foram enumeradas doze, onde se pode destacar duas delas. Nas desvantagens, foram mencionadas seis, mas a que se destacou foi apenas uma. A nível de recomendações, foram indicadas sete, salientando-se duas delas (uma análise mais detalhada no Apêndice K).

Tabela 10 - Additive Manufacturing

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Prototipagem rápida	3
	Desenvolvimento tecnológico / formação	2
Vantagens	Demonstração visual - algo palpável / uma maquete	2
	Prototipagem Rápida e Iterativa	2
Barreiras à utilização / introdução	Custo associado / Equipamento raro / custo inicial elevado	6
Recomendações	Escolha de pessoal qualificado na área	3
	Gestão de custos	2

No caso da Realidade aumentada (tabela 11), apenas três dos inquiridos mencionaram que já tinham utilizado a tecnologia e seis indicaram ou sugeriram para que funções, salientando-se quatro. Relativamente às vantagens apresentadas para esta tecnologia, foi

possível reunir onze, sendo necessário destacar três delas. Ao nível das desvantagens, foram indicadas nove, onde se destaca duas delas. Nas recomendações foram indicadas sete, e serão destacadas três (consultar Apêndice L para uma análise mais detalhada).

Tabela 11 - Realidade Aumentada

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Útil para produto / produto fabril	2
	Formação	4
	Visualização de projetos em 3D	2
	Apresentação e demonstração de produtos	2
Vantagens	Poupar dinheiro e tempo / Redução de custos	2
	Possibilidade de o cliente ter o feeling e de, consequentemente, o cliente ter uma experiência melhorada	3
	Treino interativo	2
Barreiras à utilização / introdução	Custo (custo-benefício)	3
	Custo de implementação	2
Recomendações	Procura um técnico ou equipa especializada desde o primeiro dia	2
	Identificação de casos de uso relevantes	2
	Treinar a equipa	2

Por fim, no que concerne à Inteligência artificial (IA) (tabela 12), sete foi o número de inquiridos que responderam que já tinham utilizado a tecnologia, indicando para que finalidades esta tecnologia poderia ser utilizada, enumerando um total de nove finalidades, destacando-se quatro delas. Relativamente às suas vantagens, foi apurado um leque de dezassete vantagens, no entanto só serão destacadas duas delas. No que toca às desvantagens desta tecnologia, foram indicadas treze, mas serão enfatizadas três. Por último, no que respeita a recomendações, os inquiridos indicaram um total de onze, mas serão destacadas duas (análise detalhada no Apêndice M).

Tabela 12 - Inteligência Artificial (IA)

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Apoio a tarefas administrativas	2
	Reporting	3
	Automatização de tarefas repetitivas	2
	Gestão de recursos e da agenda	2
Vantagens	Poupança de tempo (utilizando esta tecnologia é possível haver uma redução de tempo investido em tarefas mais administrativas)	2
	Automatização de tarefas repetitivas	2
Barreiras à utilização / introdução	Custos de investimento	3
	Muito caminho a percorrer / Numa fase muito inicial	2
	Complexidade de implementação	2
Recomendações	Identificação de casos de uso relevantes	2
	Transparência e ética	2

4.3. Análise segmentada dos dados - Funções

4.3.1. Preparação dos dados

Após a recolha de dados descrita nos capítulos anteriores, e no âmbito do segundo objetivo delineado, que é identificar as funções que têm um maior potencial para beneficiar das tecnologias 4.0, foi iniciada a análise segmentada dos dados: (i) começando pelas funções do gestor de projeto; (ii) Identificação das tecnologias 4.0 sugeridas pelos gestores de projeto; (iii) Concluindo com o cruzamento das tecnologias 4.0 com as funções que estas podem apoiar.

Para isso, foram reunidas as funções utilizadas atualmente pelos gestores de projeto (retiradas da pergunta 1), bem como as funções mencionadas na pergunta 3 (funções em que os gestores de projeto sentissem necessidade de um suporte da tecnologia), das quais foram formadas duas listas distintas. De seguida, foram executadas as seguintes etapas:

- Uniformização e tratamento no nome dado às funções;
- Associação de cada uma das funções aos grupos de processo mencionadas no PMBOK 6 [10] (grupo de processo de iniciação; grupo de processo de planeamento; grupo de processo de execução; grupo de processos de monitorização e controlo; grupo de processo de fecho);
- Compreender quais as funções mencionadas em ambas as listas, fazendo uma procura de valores duplicados.

Através desta procura de duplicados foi possível formar 3 categorias:

- Utilizadas atualmente – Apenas funções mencionadas na pergunta 1, ou seja, apenas as funções mencionadas pelos gestores de projeto como utilizadas atualmente;
- Potencial de melhoria – Funções mencionadas tanto na pergunta 1 como na pergunta 3, ou seja, funções mencionadas tanto como utilizadas atualmente como nas que necessitam de suporte da tecnologia;
- Necessário suporte tecnológico – Funções apenas mencionadas na pergunta 3, ou seja, apenas funções mencionadas pelos gestores de projeto em que necessitam de um suporte da tecnologia.

De seguida, na tabela 13, são apresentadas as funções pertencentes a cada categoria:

Tabela 13 - Funções em cada categoria

Utilizadas atualmente	Potencial de melhoria	Necessário suporte tecnológico
• Comunicação • Partilha de documentação • Gestão de mudança • Reuniões virtuais • Gestão de Documentação • Gestão de qualidade • Retrospectiva - Comunicação com o cliente • Entregáveis (Roadmap, matriz Raci) • Ponto de situação • Apresentações • Levantamento de requisitos • Gestão financeira • Controlo Financeiro • Controlo de Férias • Criar Orçamentos • Registrar horas trabalhadas • Comparar com orçamentos • Manter listas de verificação do projeto • Issue Management • Workflows • Organização de trabalho • Visualização do progresso do projeto • Identificação de possíveis gargalos - consequentemente ajuste do plano se necessário • Fazer teste e debugs • Progresso das tarefas • Gestão de entregas • Gerir o Cronograma do projeto • Atribuir tarefas • Definir dependências • Acompanhar o projeto • Gestão de recursos humanos • Gestão da colaboração entre equipas • Simulação (de engenharia) para definição do âmbito • Gestão de equipas • Desenvolvimento de projetos • Comunicação e colaboração em tempo real • Organização de canais de discussão por equipa ou tarefa	• Budgeting • Estimativas • Gestão de riscos • Gestão de performance • Gestão de recursos • Gestão de tarefas - Backlog • Gestão do projeto • Reporting • Gestão de agendas • Análise de dados	• Formação • Definição da estratégia de abordagem • Gestão de capacidade • Atas de reunião • Controlo da execução do projeto • BIM (Building Information Modeling) • Brainstorming • Automatização de Processos / Tarefas repetitivas • Segurança da Informação

Após a divisão das 3 categorias, foi feita uma análise mais detalhada das funções.

4.3.2. Funções por categoria

De maneira a perceber a distribuição e relação entre as 3 categorias descritas em cima, foi utilizado um diagrama de venn (figura 3):

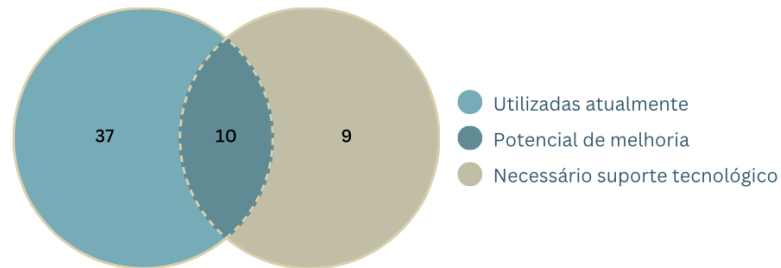


Figura 3 – Relação entre as funções

No diagrama de venn da figura 3, é possível observar que de 56 funções, 37 pertencem à categoria “Utilizadas atualmente”, nove pertencem à categoria “Necessário suporte tecnológico”, e dez pertencem a estas duas categorias em simultâneo. A esta última foi dado o nome de categoria “Potencial de melhoria”.

Os resultados da figura 3, indicam então que apenas dez das funções utilizadas atualmente, são vistas com potencial para a utilização futura das tecnologias da I4.0 (categoria “Potencial de melhoria”). Por outro lado, para 37 das funções utilizadas atualmente, não é reconhecida a importância, ou as capacidades das tecnologias da I4.0 (categoria “Utilizadas atualmente”). Tendo em consideração as duas lacunas identificadas na literatura [7] [8], e os desafios e recomendações referidos pelos GP, isto pode dever-se a três fatores:

- Não foi possível a visualização do contributo e utilização das tecnologias da I4.0 nestas funções;
- Os GP não conhecem as tecnologias 4.0 e as suas capacidades e potencial;
- Resistência à mudança, devido a fatores como complexidade, custo, ou esforço de implementação.

Por fim, para as restantes nove funções (categoria “Necessário suporte tecnológico”), é evidente a necessidade de apoio tecnológico, pois estas funções não foram mencionadas como funções utilizadas atualmente. No entanto, os gestores de projeto ao serem questionados em que funções necessitam de um maior suporte tecnológico, sugeriram estas nove, nunca mencionadas antes, o que, pode estar relacionado com o facto destas funções não fazerem parte das funções mais executadas por um gestor de projeto e, por

isso, ao ser-lhes perguntado que funções e ferramentas executam e utilizam atualmente, estas não foram, por si, recordadas.

4.3.3. Categorias “Potencial de melhoria” e “Necessário suporte tecnológico”

Nos capítulos seguintes, a análise exploratória será dedicada apenas às categorias “Potencial de melhoria” e “Necessário suporte tecnológico”, uma vez que as funções que pertencem à categoria “Utilizadas atualmente” não são vistas com potencial para a intervenção da I4.0.

O gráfico seguinte (figura 4) apresenta a categoria “Potencial de melhoria”, onde foi feita uma distinção entre o número de vezes que as funções foram mencionadas na categoria “Utilizadas atualmente” e na categoria “Necessário suporte tecnológico”:

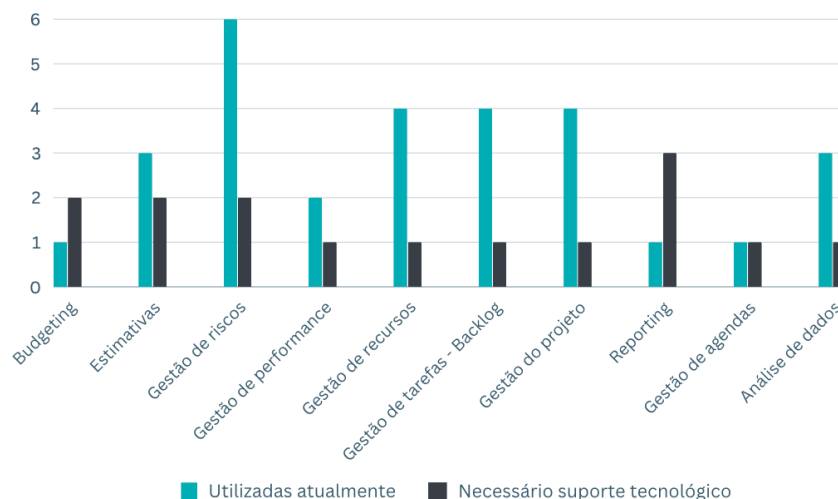


Figura 4 - Distribuição das funções na categoria “Potencial de melhoria”

Sete das dez funções da categoria em análise, “Estimativas”, “Gestão de riscos”, “Gestão de performance”, “Gestão de recursos”, “Gestão de tarefas – backlog”, “Gestão de projeto” e “Análise de dados”: são mais identificadas como utilizadas atualmente e menos com necessidade de suporte tecnológico. O que indica que apesar destas funções serem executadas por cerca de três a seis GP, apenas entre um e dois GP compreende as capacidades da aplicação das tecnologias 4.0 nestas funções. O que uma vez mais, tendo em conta as lacunas identificadas [7] [8], se pode dever a fatores como:

- Os GP não visualizarem o contributo das tecnologias 4.0 nestas funções
- Os GP não terem conhecimento das capacidades das tecnologias 4.0

Duas das funções foram mais mencionadas na categoria “Necessário suporte tecnológico” do que na categoria “Utilizadas atualmente”: “Budgeting” e o “Reporting”. Estas são as funções para as quais existe uma falta de apoio de tecnologias e ferramentas para as executar.

Por fim, a função que foi mencionada o mesmo número de vezes nas duas categorias é a “Gestão de agendas” (para este caso é de destacar que observando os questionários, foi o mesmo inquirido que mencionou a “Gestão de agendas” nas duas categorias) o que, alude a uma insatisfação, da parte do gestor de projeto, relativamente à utilização das ferramentas atuais na sua execução.

De seguida, foi feito também um gráfico de barras para a categoria “Necessário suporte tecnológico”, de forma perceber quantas vezes cada função foi mencionada (este gráfico pode ser observado na figura 5):

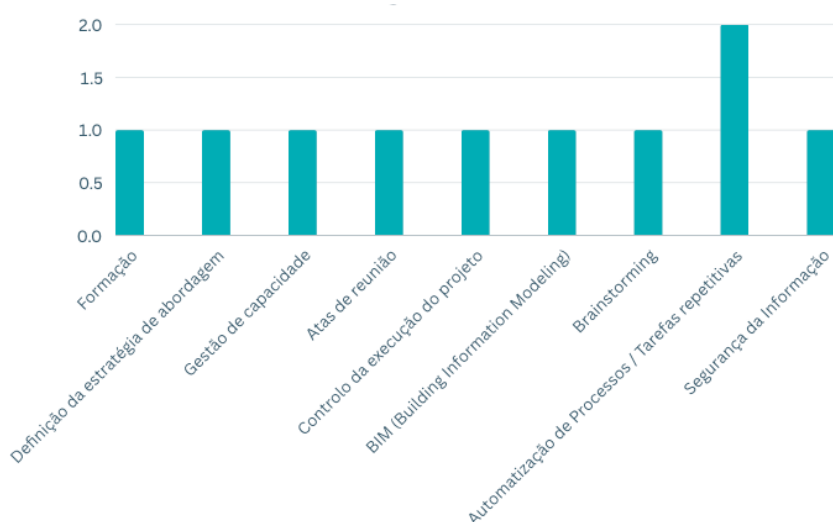


Figura 5 - Distribuição das funções na categoria “Necessário suporte tecnológico”

Segundo o gráfico, pode-se observar que a grande maioria das funções, nomeadamente oito, foram mencionadas apenas uma vez e apenas uma das funções, a “Automatização de processo / Tarefas repetidas”, foi mencionada duas vezes.

Neste sentido, a introdução das tecnologias 4.0, na função “Automatização de processo / Tarefas repetidas”, seria onde um maior número de GP sentiriam o efeito das tecnologias 4.0, uma vez que esta é a função mais mencionada entre os mesmo na categoria “Necessário suporte tecnológico”,

4.3.4. Funções por Grupo de processo (Categorias “Potencial de melhoria” e “Necessário suporte tecnológico”)

Como explicado anteriormente, após a uniformização e tratamento dado aos nomes das funções mencionadas na pergunta 1 e 3 do questionário, procedeu-se à associação dos grupos de processos mencionadas no PMBOK 6 [10]. Esta associação foi feita tendo em conta as ferramentas e técnicas referidas na tabela 1. Como é possível observar nesta tabela, as ferramentas e técnicas estão associadas a grupos de processos. Ao ligar as funções mencionadas pelos GP a estas ferramentas e técnicas, a associação das funções ao grupo de processo é feita de forma direta. Esta associação teve em conta não só as funções mencionadas pelos GP, mas também as ferramentas mencionadas pelos mesmos para cada função e considerou-se necessária para que houvesse uma ligação entre as funções mencionadas na literatura e as funções mencionadas pelos GP no mercado de trabalho.

De seguida, serão apresentadas as funções das categorias “Potencial de melhoria” e “Necessário suporte tecnológico” ao longo dos grupos de processo. É importante referir que existem cinco grupos de processo: grupo de processo de iniciação; grupo de processo de planeamento; grupo de processo de execução; grupo de processos de monitorização e controlo e grupo de processo de fecho. No entanto, não houve funções associadas ao grupo de processos de fecho e, por esse motivo, este grupo de processos não estará representado nas figuras seguintes.

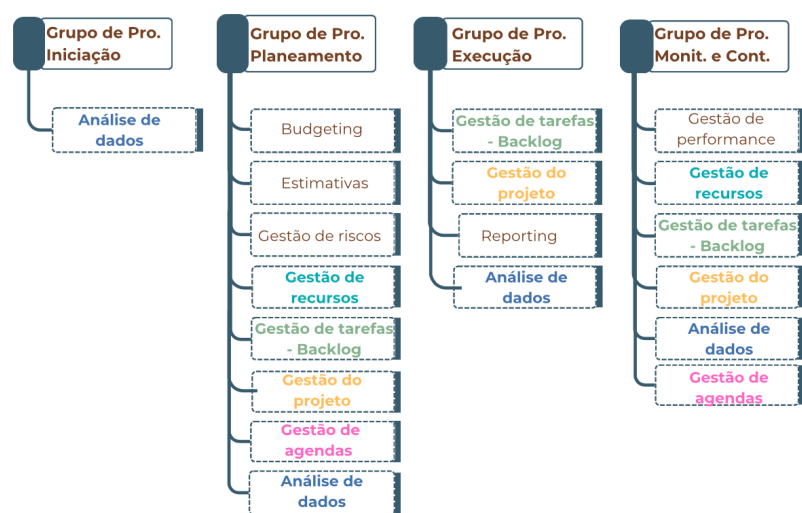


Figura 6 - Funções da categoria “Potencial de melhoria” ao longo dos grupos de processo

No caso das funções na categoria “Potencial de melhoria” ao longo dos grupos de processo, representadas na figura 6, é possível observar que apenas uma função pertence

ao grupo de processos de iniciação. O grupo de processo de planeamento tem um total de oito funções, o grupo de processos de execução tem um total de quatro funções e, por fim, o grupo de processos de monitorização e controlo tem um total de seis funções. O grupo de processos com um maior número de funções associado é o grupo de processos de planeamento e o grupo de processo com menor número de funções associadas é o de iniciação. Para além disso, podemos também observar a existência de funções que se podem repetir ao longo de dois ou mais grupos de processo, nomeadamente: “Análise de dados” que se pode enquadrar ao longo dos quatro grupos de processo; no caso da “Gestão de recursos” e “Gestão de agendas” é possível verificar que tanto se enquadram no grupo de processos de planeamento como no de monitorização e controle; e, por fim, no caso das funções “Gestão de tarefas – backlog” e “Gestão de projeto”, ambas se incluem nas grupos de processo de planeamento, execução e no de monitorização e controle.

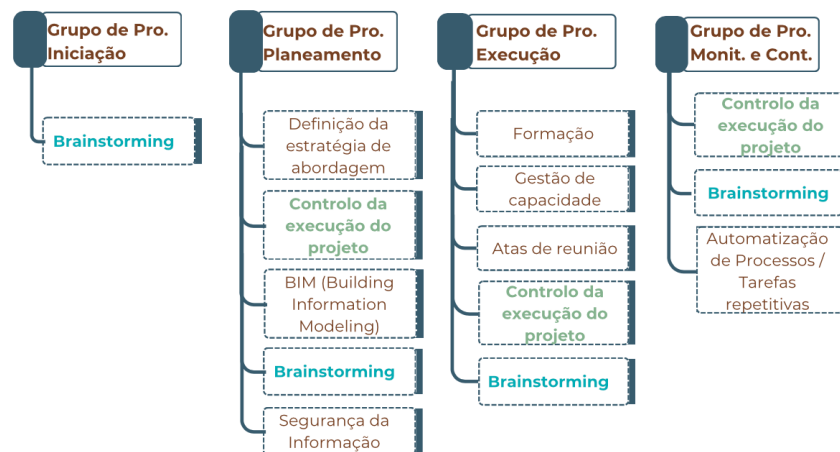


Figura 7 - Funções da categoria “Necessário suporte tecnológico” ao longo dos grupos de processo

Na figura 7 pode ser observada a representação das funções da categoria “Necessário suporte tecnológico” ao longo dos grupos de processo, sendo possível verificar que no grupo de processos de iniciação apenas foi associada uma função; no caso do grupo de processos de planeamento e do grupo de processo de execução, pode ser constatado que cada grupo tem um total de cinco funções; tendo o grupo de processos de monitorização e controle um total de três funções. Uma vez mais, os grupos de processos que apresentam um maior número de funções são o de planeamento e o de execução, contrariamente ao grupo de processos de iniciação que apresenta, novamente, o menor número de funções. Relativamente às funções que podem pertencer a dois ou mais grupos de processos é possível observar que a função “Brainstorming” é comum aos quatro grupos de processos,

e a função controlo da execução do projeto é comum nos grupos de processo de planeamento, execução e monitorização e controle.

Os resultados de ambas as figuras, indicaram que, para as duas categorias, teria de ser feito o maior esforço para introdução das tecnologias 4.0 no grupo de processos de planeamento, devido ao facto de possuir mais funções, e pela probabilidade de impactar um maior número de funções. Por outro lado, também para as duas categorias, o grupo de processos de iniciação, seria onde a implementação das tecnologias 4.0 teriam menos efeito, por ser o que possui menos funções executadas por um GP.

Estes resultados estão em concordância com o PMBOK 6 [10], no sentido em que na literatura foi possível também verificar que é o grupo de processos de planeamento que tem mais funções, e o de iniciação e fecho que tem menos (para o grupo de processos de fecho os GP não identificaram nenhuma função).

Observando ainda os resultados das figuras 6 e 7, existem as duas funções (“Análise de dados” e “Brainstorming”) que se repetem ao longo dos grupos de processo, para as duas categorias, a introdução das tecnologias 4.0 nestas duas funções iria produzir efeitos ao longo dos quatro grupos de processos.

4.3.5. As tecnologias atuais são suficientes – Opinião dos gestores de projeto

Para concluir este capítulo, é de referir e de realçar, a segunda pergunta do questionário, que interrogava os inquiridos se sentiam que as tecnologias que utilizam atualmente são suficientes: oito disseram que sim, três disseram que não e um não teve opinião.

A grande maioria dos inquiridos responde que está satisfeita com as tecnologias atuais, o que, tendo em conta as lacunas identificadas [7] [8], pode indicar falta de conhecimento sobre as novas tecnologias e as suas potencialidades, podendo este facto ser atribuído à falta de exposição, formação ou informação sobre as últimas inovações. Pode também, demonstrar a resistência à mudança, o que pode ser consequência de diversos fatores, tais como: complexidade, custo ou esforço necessário para a sua implementação, que são desafios e recomendações referidos pelos GP para algumas das tecnologias e expostos mais a frente na tabela 15. No entanto três dos inquiridos (não satisfeitos), reconhecem o potencial de melhoria, evidenciando as falhas das ferramentas atuais. O inquirido que não teve opinião pode, tendo em conta, uma vez mais as lacunas identificadas [7] [8], estar relacionado com o facto de não ter conhecimentos sobre as diferentes novas tecnologias.

4.4. Análise segmentada dos dados - Tecnologias

4.4.1 Preparação dos dados

Após feita a análise segmentada dos dados das funções de um gestor de projeto, descrita no capítulo 4.3, foi feita também uma análise segmentada dos dados para as tecnologias 4.0 sugeridas pelos gestores de projeto. Para esta análise foram tidas em consideração as tecnologias 4.0 mencionadas na pergunta 3 (sugestões de tecnologias da I4.0 para funções em que os GP necessitavam de um maior suporte da tecnologia).

Em seguida, procedeu-se ao tratamento e harmonização do nome dado as tecnologias. Este processo foi feito uma vez que o nome dado às tecnologias 4.0, não era o termo correto. No final, foi possível obter um conjunto de nove tecnologias, sendo que quatro delas fazem parte da Inteligência Artificial. Não obstante este facto, procedeu-se à sua separação, uma vez que os próprios inquiridos tinham feito essa distinção, diferenciando o seu propósito. De seguida, são apresentadas as nove tecnologias finais:

- Realidade aumentada
- Internet Industrial das Coisas (IIoT)
- Inteligência Artificial (IA)
- Inteligência Artificial (IA) - Machine Learning
- Inteligência Artificial (IA) - Automatização de tarefas repetitivas
- Inteligência Artificial (IA) - Software de gestão de risco
- Simulação
- Gestor integrado de agenda
- Visualização de dados - para suporte á tomada de decisão - Análise de dados

Posteriormente, após o tratamento feito às tecnologias, procedeu-se à sua análise com maior detalhada.

Apesar da análise que vem de seguida não ter em conta as tecnologias referidas na pergunta 1, é importante referir que houve duas tecnologias da I4.0 mencionadas na pergunta 1 (tecnologias utilizadas atualmente), nomeadamente Cloud e Ansys, SolidWorks, GrabCad, Fusion 360 (tecnologias utilizadas para simulação (de engenharia) para definição do âmbito).

4.4.2 Análise detalhada das nove tecnologias

Para analisar a quantidade de funções enumeradas para cada tecnologia e comparar este valor entre elas, foi elaborado um gráfico de barras, representado na figura 8:

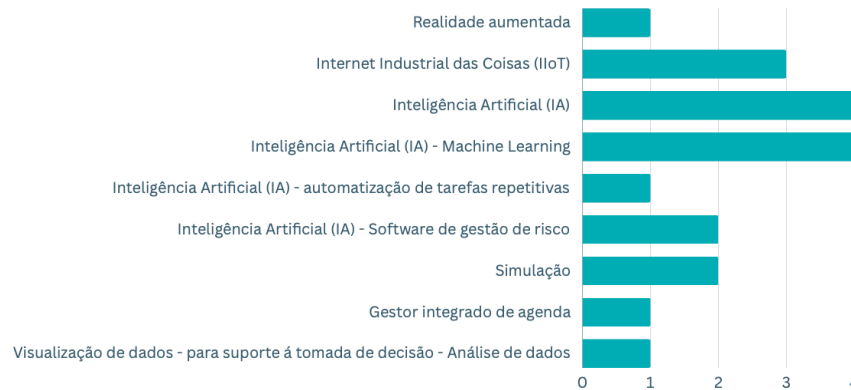


Figura 8 - Número de funções mencionadas para cada tecnologia

Através da representação do gráfico da figura 8, é possível observar que as tecnologias para as quais foi mencionado um maior número de funções foi para Inteligência Artificial (IA), com um total de quatro funções, e Inteligência Artificial (IA) nomeadamente o machine learning, também com um total de quatro funções, o que indica que os GP reconhecem valor a estas tecnologias.

Para a tecnologia Internet Industrial das coisas (IIoT) foram mencionadas três funções. E para todas as outras tecnologias foram mencionadas entre uma ou duas funções para cada tecnologia. Com duas funções apontadas, foram referidas as tecnologias Inteligência Artificial (IA) – Software de gestão de risco e Simulação. Com apenas uma função apontada, foram referidas as tecnologias Realidade aumentadas, Inteligência Artificial (IA) – automatização de tarefas repetitivas, Gestor integrado de agenda e Visualização de dados – para suporte á tomada de decisão – Análise de dados. No caso das últimas tecnologias referidas, para as quais foram apontadas apenas uma função, tendo em consideração as lacunas identificadas [7] [8], os resultados podem indicar que os GP estão menos familiarizados com as capacidades e potencial destas tecnologias.

De seguida, de forma a perceber, também, qual o total de vezes que cada tecnologia foi mencionada, procedeu-se a um somatório do número de vezes que cada função foi referida, dentro de cada tecnologia, tendo-se obtido, assim, o gráfico representado na figura 9:

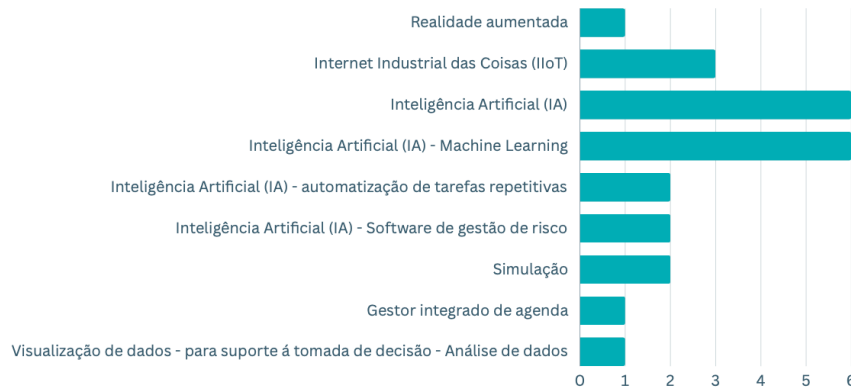


Figura 9 - Soma do número de vezes que cada tecnologia foi mencionada

É possível observar que, uma vez mais, as tecnologias que se destacam são Inteligência Artificial (IA), e Inteligência Artificial (IA) nomeadamente o machine learning com um somatório de seis para cada tecnologia, o que em concordância com os resultados observado na figura anterior, pode querer indicar novamente que os GP recolhem importância e valor a estas tecnologias.

Com um somatório de três, está a tecnologia Internet Industrial das coisas (IIoT). De seguida, estão as tecnologias Inteligência Artificial (IA) – automatização de tarefas repetitivas, Inteligência Artificial (IA) – Software de gestão de risco e Simulação, com um somatório de duas para cada tecnologia.

Por fim, as tecnologias Realidade aumentada, Gestor integrado de agendas e a Visualização de dados – para suporte á tomada de decisão – Análise de dados, tiveram apenas uma menção. Uma vez que são as menos referidas, isso pode sugerir que estas tecnologias não são tão reconhecidas ou valorizadas pelos GP, o que tendo em consideração as lacunas identificadas [7] [8], se pode dever ao facto de não serem bem conhecidas pelos gestores de projeto.

Por fim, foi elaborado um gráfico de barras, representado na figura 10, para perceber quantos inquiridos mencionaram cada tecnologia:

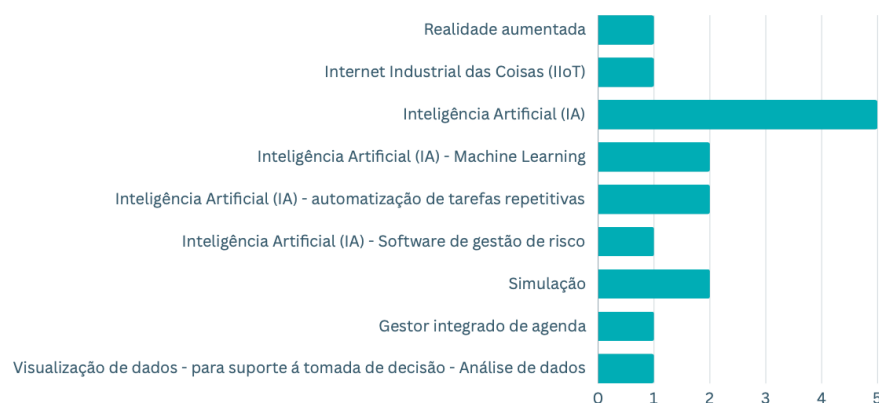


Figura 10 - Número de inquiridos que mencionaram cada tecnologia

Observando o gráfico, é possível verificar que a tecnologia mencionada por um maior número de inquiridos foi a Inteligência Artificial (IA), mencionada por cinco inquiridos. As tecnologias mencionadas por dois inquiridos foram: Inteligência Artificial (IA) – Machine Learning, Inteligência Artificial (IA) – Automatização de tarefas repetitivas e Simulação. Sendo estas as tecnologias mais apontadas, são consideradas pelos gestores de projeto como uma mais-valia, pelo benefício da sua utilização ou por serem consideradas relevantes.

As tecnologias Realidade aumentada, Internet Industrial das coisas (IIoT), Inteligência Artificial (IA) – Software de gestão de risco, Gestor Integrado de agenda, e a Visualização de dados – para suporte à tomada de decisão – Análise de dados, foram mencionadas por um só inquirido, fazendo delas as menos mencionadas. Podendo indicar que estas tecnologias ainda não são reconhecidas pelos gestores de projeto na sua globalidade, o que, tendo em consideração as lacunas identificadas [7] [8], pode decorrer, uma vez mais, de estas serem novas tecnologias e consequentemente serem pouco conhecidas.

Ao longo dos gráficos, existem tecnologias que demonstram concordância entre os dados. No entanto, existe uma exceção: a tecnologia Internet industrial das coisas, que faz parte das mais mencionadas quando se faz uma contagem do número de funções apontadas para cada tecnologia (figura 8), como no somatório do número de vezes que cada tecnologia foi mencionada (figura 9), no entanto é das menos mencionadas pelos inquiridos (figura 10), podendo isto indicar que é uma tecnologia com um reconhecimento e conhecimento limitado entre os gestores de projeto, o que, uma vez tendo em conta as lacunas detetadas [7] [8] os desafios encontrados na literatura [42] [85] [86] e mencionados pelos GP (gestão dos dados, integração e complexidade técnica, riscos de segurança e custos), pode ser explicado por fatores como:

- Novas tecnologias – Pouco conhecidas pelos GP;
- Obstáculos na implementação na tecnologia.

Ainda nestas 3 figuras, existem duas tecnologias que fazem sempre parte das mais mencionadas (Inteligência artificial e Inteligência artificial – Machine Learning), o que pode demonstrar que são reconhecidas e valorizadas pelos GP. Em contrapartida, no grupo das menos referidas, existem sempre três tecnologias ao longo das 3 figuras (Realidade aumentada, Gestor integrado de agenda e a Visualização de dados - para suporte à tomada de decisão - Análise de dados), o que sugere, uma vez mais, tendo em consideração as lacunas identificadas [7][8], não serem reconhecidas de modo amplo pelos GP, ou seja, apesar de ainda não serem vastamente adotadas, podem trazer benefícios no futuro.

Capítulo 5 – Discussão de resultados e contributos das tecnologias 4.0

No capítulo anterior, para uma melhor organização e leitura, foram já realizadas as análises e interpretações dos resultados à medida que cada gráfico foi apresentado, fazendo também quando necessário a comparação e referencia à literatura.

Neste capítulo, serão apresentadas apenas as respostas ao segundo e terceiro objetivo. O capítulo 5.1, vai ao encontro do objetivo de identificar as funções que tem um maior potencial para beneficiar das tecnologias 4.0 (segundo objetivo). Para esse efeito, é realizado um cruzamento entre as funções, as categorias e os grupos de processo das mesmas com as tecnologias 4.0. O capítulo 5.2, vem responder ao objetivo de identificar as potencialidades, desafios e recomendações das tecnologias da I4.0 (terceiro objetivo), apresentando uma matriz final com funções, vantagens, desafios e recomendações para cada umas das tecnologias 4.0, sendo ainda apresentado também um confronto com a literatura.

5.1. Funções que tem um maior potencial para beneficiar das tecnologias 4.0

Com o intuito de cumprir o objetivo de identificar as funções que tem um maior potencial para beneficiar das tecnologias 4.0, e em modo de conclusão das análises segmentadas, executadas no capítulo anterior, foi desenvolvida a tabela 14. Para tal, tomou-se em consideração estas análises segmentadas, das funções e das tecnologias 4.0, para que desta forma fosse possível verificar quais as funções que tem um maior potencial para beneficiar das tecnologias 4.0, e quais as tecnologias 4.0 que o podem fazer. Nesta tabela é ainda apresentado a categoria e o grupo de processo a que cada função pertence,

apresentado assim uma visão de quais as tecnologias 4.0 que podem ter maior impacto em cada categoria e grupo de processo.

Tabela 14 - Funções que tem um maior potencial para beneficiar das tecnologias 4.0

Tecnologias	Função	Categorias		Grupos de processo			
		Potencial de melhoria	Necessário suporte tecnológico	GPI	GPP	GPE	GPMC
Inteligência Artificial (IA) - Machine Learning	Budgeting	X			X		
	Estimativas	X			X		
	Gestão de riscos	X			X		
	Gestão de capacidade		X			X	
Realidade aumentada	Formação		X			X	
Internet Industrial das Coisas (IIoT)	Gestão de recursos	X			X		X
	Gestão de tarefas - Backlog	X			X	X	X
	Gestão do projeto	X			X	X	X
Inteligência Artificial (IA)	Definição da estratégia de abordagem		X		X		
	Gestão de performance	X					X
	Reporting	X				X	
	Atas de reunião		X			X	
Gestor integrado de agenda	Gestão de agendas	X			X		X
Simulação	BIM (Building Information Modeling)		X		X		
	Controlo da execução do projeto		X		X	X	X
Visualização de dados - para suporte á tomada de decisão - Análise de dados	Análise de dados	X		X	X	X	X
Inteligência Artificial (IA) - automatização de tarefas repetitivas	Automatização de Processos / Tarefas repetitivas		X				X
Inteligência Artificial (IA) - Software de gestão de risco	Gestão de riscos	X			X		
	Segurança da Informação		X		X		

Através da tabela é possível concluir que o grupo de processo de iniciação tem mais a beneficiar da tecnologia Análise de dados. O grupo de processos de planeamento e o de monitorização e controlo poderiam beneficiar mais das tecnologias IA, IIoT, Gestor integrado de agendas, Simulações e Análise de dados. Por fim, o grupo de processos de execução beneficiaria mais das tecnologias Realidade aumentada, IIoT, simulações e Análise de dados. Por outro lado, as tecnologias IA – Machine Learning, IIoT, Gestor integrado de agendas e Análise de dados tem mais a favorecer e beneficiar funções com potencial de melhoria. Em contrapartida, tecnologias como Realidade aumentada, Simulações e IA – Automatização de tarefas repetitivas, tem mais a beneficiar funções onde é mesmo necessário suporte tecnológico.

5.2.Potencialidades, desafios e recomendações das tecnologias da I4.0

Este capítulo, visa a responder ao terceiro objetivo, a identificação das potencialidades, desafios e recomendações das tecnologias da I4.0. A fim de alcançar este objetivo, foi

contruída uma matriz final para as tecnologias 4.0, que foram consideradas pelos GP com potencial para apoiar as funções que estes executam (são as mesmas referidas também na tabela que cruzou as funções que tem potencial de beneficiar das tecnologias 4.0 com as próprias tecnologias – tabela 14), em que se incluiu as funções (para a qual a tecnologia já tinha sido utilizadas, e as sugeridas), vantagens, desafios e recomendações. Nesta matriz, foi possível acrescentar, as vantagens e desafios mencionados na literatura (tabela 15). Este confronto entre a literatura e as vantagens e desafios referidos pelos GP, acrescenta, uma visão clara da contribuição dos GP, e tem, ainda, o objetivo de responder à questão de investigação e mitigar as lacunas identificadas.

Ainda neste capítulo, foi construída uma outra matriz, tabela 16, que reúne todas as funções, vantagens, desafios e recomendações, tanto mencionadas pelos GP como na literatura (sem as distinguir, porque essa tarefa foi feita na matriz anterior). Desta forma, o propósito é verificar os pontos em comum (a nível de funções, vantagens, desafios e recomendações) ao longo das tecnologias em análise.

Para executar estas duas matrizes foi necessário fazer uma harmonização do nome das funções mencionadas nas cinco tecnologias (retiradas da pergunta 3 do questionário, no caso das funções sugeridas, e da pergunta 4 as funções já utilizadas), e o mesmo ao longo das vantagens, desafios e recomendações (retirados da pergunta 4). Para as vantagens e desafios, foi preciso ter também em consideração, o que tinha sido mencionado na literatura e fazer a sua harmonização. As funções “Gestão de agendas” e “Brainstorming” foram deixadas cair, uma vez que, no caso da primeira não houve uma sugestão clara de uma tecnologia 4.0 para aplicar a esta função, e para a segunda, a tecnologia identificada não pertence à I4.0. É importante também referir que, nas análises anteriores, houve uma distinção das IA. No entanto, nestas duas matrizes, essa distinção não foi feita, porque a tecnologia 4.0 principal e implícita é a Inteligência Artificial.

Tabela 15 – Primeira Matriz - Confronto da literatura com a perspetiva dos gestores de projeto

Análise de dados		
Funções / Áreas de Aplicação	Sugeridas	Análise de dados - Visualização de dados - para suporte à tomada de decisão
	Já utilizadas	Tomada de decisões
		Conceção do projeto
		Monitorização de Performance
		Monitorização do progresso do projeto
		Previsão de custos
		Benchmark - padrão ou ponto de referência
		Definir objetivos
		Definir prioridades
		Avaliação de desempenho

		Análise de performance
		Previsão de Resultados e riscos
		Gestão de recursos
Vantagens	Literatura	Gestão e análise dos dados acumulados de uma forma otimizada [28]
		Armazenamento de uma grande quantidade de dados de uma forma segura e viável [26]
		Processamento dos dados em segurança [26]
		Tomada de decisão em tempo real [35]
		Gestão e redução de riscos [29] [33]
		Identificação de problemas que ocorreram no passado [27]
	Referidas pelos GP	Melhoria da capacidade de medição de KPIs
		Estatísticas - Melhoria continua
		Realização de dashboards
		Importante para definir a dimensão de uma equipa de manutenção
		Identificação e análise de tendências, padrões, inclinações, intenções
		Previsão e antecipação de problemas
		Disponibilidade e capacidade de análise dos dados para a avaliação da realização e progressão dos deliverables do projeto
		Otimização de recursos
		Otimização de processos
		Melhoria da performance
	Maior e melhoria da eficiência	
	Referidas em ambas	Apoio no processo de tomada de decisão de forma mais informada [26]
		Aumento da produtividade / Rendimento [27]
		Transformação de dados em informação / Conhecimento com baixo custo [32] [33]
Permite compreender e processar uma grande quantidade de dados, de uma grande variedade, e a uma elevada velocidade [31]		
Desafios	Literatura	Formação [33]
		Rápida mudança da tecnologia [33]
		Proteção dos dados [83]
		Falta de infraestruturas adequadas para o armazenamento de dados [83]
		Escassez de talento analítico [84]
		Riscos de privacidade [84]
		Riscos de segurança [84]
		Dificuldades na gestão da mudança [84]
	Referidas pelos GP	Exige recursos especializados
		Investimento crescente e exponencial
		Não tem, já é utilizado transversalmente
		Coerência dos dados
		Fonte única da verdade
		Investimento necessário em ferramentas
		Complexidade técnica e de desenvolvimento
		Dependência de dados de qualidade
		Necessidade de habilidades específicas
		Dados que não estão prontos para serem extraídos
Referidas em ambas	Custo da ferramenta [33]	
Recomendações	Referidas pelos GP	Procurar técnico ou equipa especializada e qualificada na área, desde o primeiro dia
		Capacitar a equipa - Treinando-a
		Envolver os recursos internos certos para a função, desde cedo
		Mais valia para perceber mais sobre os clientes finais
		Ter em consideração o futuro - a forma como expomos os dados é importante
		Priorizar a organização e captura dos dados assegurando a sua qualidade
		Começar por um caso simples e expandir
		Manter o foco nos objetivos do projeto
		Simulação
	Sugeridas	Controlo da execução do projeto

Funções / Areas de Aplicação	Já utilizadas	BIM (Building Information Modeling)
		Budgeting
		Estimativas
		Formação
		Toma de decisões
		Testar (possíveis resultados)
		Gestão de risco
		Análise de Risco
		Gestão de capacidade
		Previsão de desempenho
Vantagens	Literatura	Reduzir os riscos de falhas - comparando e verificando o comportamento das variáveis [26] [48]
		Possibilita estudar e experimentar diversos cenários e diversas formas de implementação [26] [48] [67]
		Ajuda a compreender os princípios de funcionamento de um sistema [48]
		Pode resolver problemas de uma linha de produção [48]
		Poupar no investimento [49]
		Encurtar tempos ociosos [49]
		Reduzir as falhas de produção durante a fase de arranque [49]
		Melhorar a utilização de recursos [49]
		Reduzir o tempo do ciclo [49]
		Aumento da produtividade / Rendimento [49]
		Procurar melhorias na gestão da produção [49]
		Melhoria na qualidade de tomada de decisão [49]
		Evita elevados custos de alteração [67]
		Possibilidade de esclarecer dúvidas desde o início do projeto [67]
		Representação visual de alternativas ao comportamento da gestão [68]
		Diminuir os impactos de fatores indesejados ao longo do projeto [68]
	Referidas pelos GP	Suporte á gestão de risco
		Visualização do produto - para cliente
		Abordagem hands-on
		Melhoria contínua em ambiente controlado
		Possibilidade de modelação - Focada no produto
		Reduz o erro
		Simulação e análise de Cenários Hipotéticos (fase de execução)
		Eficácia para perceber se o produto final corresponde á expectativa do cliente (Simular layouts)
		Identificação de riscos e oportunidades
		Otimização de Recursos
		Redução de tempos
		Redução de custos
		Otimização de processos
	Referidas em ambas	Apoio no processo de tomada de decisão de forma mais informada [48]
Desafios	Literatura	Riscos de privacidade [82]
		Riscos de segurança [82]
	Referidas pelos GP	Útil apenas para projetos e produtos específicos
		Depende de parâmetros
		Complexidade em recriar a realidade em ambiente controlado
		Medição de indicadores para assegurar a fiabilidade da simulação
		Know-how muito específico
		Complexidade técnica e de desenvolvimento
		Custo da ferramenta
		Limitações de precisão
Recomendações	Referidas pelos GP	Começar por um caso simples e expandir
		Evitar os “grandes casos”
		Procurar técnico ou equipa especializada e qualificada na área, desde o primeiro dia
		Escolher bastante bem o software a utilizar
		Definir objetivos claros
		Priorizar a organização e captura dos dados assegurando a sua qualidade

		Validar e verificar os resultados
		Comunicar os resultados de forma eficaz
Internet Industrial das Coisas (IIoT)		
Funções / Areas de Aplicação	Sugeridas	Gestão de recursos
		Gestão de tarefas - Backlog
		Gestão do projeto
	Já utilizadas	Monitorização de performance
		Monitorização e mapeamento de ativos físicos
		Gestão de risco
		Otimização de processos de produção
Vantagens	Literatura	Produção de uma grande quantidade de dados, a uma grande velocidade e vindos de diferentes dispositivos [42]
		Melhoramento da eficiência através do agendamento e reagendamento dinâmico de tarefas [41]
	Referidas pelos GP	Acesso a um grande volume de dados em real time
		Gestão centralizada e remota
		Interligação entre fatores de produção
		Monotorização (em tempo real)
		Análise preditiva do projeto para antecipação de falhas
		Otimização de processos de produção
		Monitorização remota de ativos
	Referidas em ambas	Apoio no processo de tomada de decisão de forma mais informada [26]
Desafios	Literatura	Produção de uma grande quantidade de dados, a uma grande velocidade e vindos de diferentes dispositivos - Ter recursos e capacidade para a análise destes dados [42]
		Riscos de segurança [85] [86]
		Escalabilidade [86]
		Dificuldades na integração de IoT com os sistemas de TI existentes ou com os sistemas antigos numa infraestrutura de informação unificada [86]
	Referidas pelos GP	Complexidade técnica e de desenvolvimento
		Esforço de manutenção
		Custo da ferramenta
		Segurança Cibernética
		Integração complexa
		Compliance
		Retorno do Investimento
Referidas em ambas	Riscos de privacidade [85] [86]	
Recomendações	Referidas pelos GP	Começar por um caso simples e expandir
		Evitar os “grandes casos”
		Planeamento adequado
		Investir na segurança
		Parcerias estratégicas
		Avaliação continua
Realidade aumentada		
Funções / Areas de Aplicação	Já utilizadas	Reporting
		Conceção do produto
		Suporte à manutenção
		Visualização de dados e informação
		Apresentação e demonstração de produtos
	Referidas em ambas	Formação
	Vantagens	Literatura
Apoio no processo de tomada de decisão de forma mais informada [43] [64]		
Melhorar os procedimentos de trabalho [43]		
Maior eficácia do produto final - Expectativas do cliente [43]		
Maior eficácia - Maior fiabilidade na qualidade no produto final [43]		

		Complementar a realidade [43]	
		Evitar atrasos [65]	
		Assegurar a qualidade [65]	
		Maior eficiência - Reduzir recursos no processo de produção [65]	
		Maior eficiência - Apoiar e acelerar o processo de concepção [65]	
		Diminui a necessidade de futuras alterações [65]	
		Referidas pelos GP	Redução de custos
	Formação à distância		
	Segurança		
	Proteção de dados		
	Melhoria da comunicação		
	Formação interativa		
	Referidas em ambas	Melhoria da eficiência operacional	
		Envolver o cliente no projeto - possibilita que o cliente acompanhe o projeto e visualize o produto final - experiência do cliente melhorada [65]	
	Desafios	Literatura	Melhor visualização da informação (Projetos 3D) - contextualizar a informação (Visualização contextual) [43]
Capacidade de hardware limitada [87]			
Riscos de privacidade [87]			
Referidas pelos GP		Preocupações éticas com o futuro das aplicações de realidade aumentada [87]	
		Custo benefício - Custo de implementação	
		Tecnologia rara	
		Tempo de implementação	
		Escalabilidade	
		Poucas pessoas com conhecimentos disponíveis	
		Complexidade técnica e de desenvolvimento	
		Dependência de hardware	
		Experiência do utilizador limitada - Dependências do ambiente físico, qualidade de hardware e conexão á rede	
		Útil apenas para projetos e produtos específicos	
		Recomendações	Referidas pelos GP
Começar por um caso simples e expandir			
Evitar os “grandes casos”			
Identificação de casos de uso relevantes			
Avaliação da viabilidade técnica e econômica			
Testes e validação			
Capacitar a equipa - Treinando-a			
Inteligência Artificial (IA)			
Funções / Areas de Aplicação	Sugeridas	Atas de reunião	
		Budgeting	
		Estimativas	
		Gestão de riscos	
		Automatização de Processos / Tarefas repetitivas	
		Segurança da Informação	
		Definição da estratégia de abordagem	
		Gestão de performance	
	Já utilizadas	Previsão	
		Análise de dados e insights	
		Previsão de dados para gestão de projeto	
		Definição do âmbito	
		Gestão de recursos	
		Gestão da agenda	
		Comunicação	
Referidas em ambas	Tarefas administrativas		
	Reporting		
Vantagens	Literatura	Gestão de capacidade	
		Identificação e análise de tendências, padrões, inclinações, intenções [51] [71]	

		Reconhecer e encontrar problemas [51] [71]
		Capacidade de retirar conclusões a partir de um grande volume de dados [51]
		Capacidade de análise [53]
		Apoio no processo de tomada de decisão de forma mais informada [53]
		Economizar e otimizar tempo [53] [71]
		Elimina eventuais enviesamentos na tomada de decisões - Retirando a parte humana [72]
		Elimina informações desnecessárias e redundantes [73]
		Maior assistência, estratégia, visão [74]
		Aumento da produtividade / Rendimento [74]
	Referidas pelos GP	Diminuir o número de pessoas alocados a um projeto
		Poupar tempo - Redução do tempo em tarefas rotineiras
		Aprendizagem do algoritmo
		Sempre disponível - 24/7
		Trabalha com um volume maior de dados
		Permite uma análise avançada de dados
		Informação mais acessível
		Ferramentas de apoio instantâneas
		Maior rapidez na entrega
		Apoio no desenvolvimento de material de suporte às apresentações
		Automatização de processos
		Melhoria da precisão
		Previsão e antecipação de problemas
		Assistência virtual e suporte ao cliente (chatbots)
		Apoio a tarefas administrativas
		Possibilidade de modelação - Focada no produto
	Referidas em ambas	Automatização de tarefas rotineiras / Repetitivas [73]
		Maior e melhoria da eficiência [74]
	Literatura	Depende da introdução de dados pelos gestores de projeto [73]
		Dependência excessiva dos sistemas de IA – perda de competências [88]
		Mudança nos posto de trabalho [89]
	Referidas pelos GP	Noção mínima do que procuramos (Podemos deixar passar informações erradas)
		Custos de investimento
		Fase muito inicial - Muito caminho a percorrer
		Complexidade técnica e de desenvolvimento
		Equipamento raro
		ROI incerto
		Erros no algoritmo
		Necessário cuidado para saber usar IA
		Custos de utilização/ licenciamento
		Complexidade de implementação
		Dependência de dados de qualidade
		Riscos de privacidade
		Riscos de segurança
		Limitações de interpretação e contexto
		Falsas notícias, que possam parecer verdadeiras
		Pouca legislação
Recomendações	Referidas pelos GP	Informações confidenciais do cliente não pode ser colocada em sites públicos
		Adaptação
		Criar mais legislação
		Procurar técnico ou equipa especializada e qualificada na área, desde o primeiro dia
		Começar por um caso simples e expandir
		Evitar os “grandes casos”
		Identificação de casos de uso relevantes
		Avaliação de viabilidade técnica e económica
		Transparência e ética
		Monitorização e aprendizagem contínua

Na presente tabela, referente ao confronto entre vantagens e desafios referidos pela literatura e pelos GP, é possível observar que para a tecnologia Análise de dados, tanto a nível das vantagens como dos desafios, existiram pontos referidos por ambos, sendo que é de ressaltar que houve uma função, “Tomada de decisões”, que tanto foi referida como já utilizada como sugerida. Relativamente às simulações, apenas nas vantagens houve pontos referidos por ambos (literatura e GP), e no caso da IIoT para além das vantagens, houve também pontos referidos por ambos nos desafios. Para a Realidade aumentada e IA houve pontos referidos por ambos nas vantagens, e no que diz respeito as funções houve também funções comuns nas sugestões e já utilizadas.

Através desta matriz é também possível traçar um perfil para cada uma das tecnologias. No caso da **Análise de dados** são mais indicadas funções associadas à definição de objetivos e gestão de performance, em termos de vantagens giram em torno de tomadas de decisão informadas, otimização do desempenho e de processos, monitorização e medição, e gestão de riscos e antecipação de problemas, relativamente aos desafios estão mais relacionados com recursos e investimento, riscos de segurança e privacidade, complexidade, gestão de mudança e desafios de adoção e integração. Ao nível das recomendações estão relacionadas com reunir uma equipa competente desde início, dar prioridade à qualidade dos dados, estabelecer objetivos claros e adotar uma abordagem centrada no cliente.

Nas **Simulações** as funções indicadas estão mais relacionadas com o planeamento financeiro e de recursos, gestão de risco e qualidade e a execução monitorização e controlo do projeto. No que diz respeito às vantagens estão maioritariamente associadas à melhoria da tomada de decisão e da gestão de risco, produtividades desempenho e otimização de processos, visualização e redução do erro, poupança de custos e tempo. No âmbito dos desafios, estão relacionadas com a complexidade técnica, limitações de custos e recursos, riscos de segurança e privacidade, e aplicabilidade limitada. Relativamente às recomendações desta tecnologia estabelecer uma base sólida com uma equipa e as ferramentas, começar pequeno, dar prioridade à qualidade dos dados, definir objetivos claros e comunicar os resultados de forma clara e eficaz.

Para a **Internet Industrial das Coisas (IIoT)** as funções são mais associadas ao planeamento e execução do projeto, gestão de recursos, monitorização de desempenho e otimização de produção e processos. Em termos de vantagens giram em torno da monitorização e gestão em tempo real e otimização de processos. Os desafios estão

ligados à gestão dos dados, integração e complexidade técnica, riscos de segurança e custos. Ao nível das recomendações estão relacionadas com uma implementação gradual, planeamento e segurança.

Relativamente à tecnologia **Realidade aumentada**, as funções giram em torno do desenvolvimento e apresentação de produto, relatórios e visualização de dados e formação. Em relação a vantagens, estão relacionadas com a melhoria da experiência e do envolvimento do cliente, melhoria da tomada de decisões, eficiência operacional e de processos, prevenção de atrasos e redução de custos e segurança. No âmbito dos desafios foram apontados a complexidade técnica, especialização e limitações de recursos e privacidade. As recomendações giram em torno da construção da equipa, uma implementação gradual, identificação das oportunidade e testes.

Por fim, em relação à **Inteligência Artificial**, as funções indicadas estão associadas ao planeamento e estratégia, gestão financeira, de recursos e de riscos, automatização, comunicação e análise de dados. No âmbito das vantagens, estas estão relacionadas com a análise de dados, melhoria na tomada de decisões, automatização de processos, aumento de eficiência, disponibilidade continua, simulações. Os desafios estão relacionados com complexidade técnica e de implementação, custos, segurança, impactos no trabalho e estado inicial da tecnologia. Em relação às recomendações giram em torno da privacidade e segurança, planeamento estratégico, uma implementação gradual, e envolvimento de especialistas.

Tabela 16 - Segunda Matriz - Verificação dos pontos em comum entre as tecnologias

	Análise de dados	Simulação	Internet Industrial das Coisas (IIoT)	Realidade aumentada	Inteligência Artificial (IA)
Funções					
Conceção do projeto	X				
Monitorização de Performance	X		X		
Monitorização do progresso do projeto	X				
Previsão de custos	X				
Benchmark - padrão ou ponto de referência	X				
Tomada de decisões	X	X			
Definir objetivos	X				
Definir prioridades	X				
Avaliação de desempenho	X				
Análise de performance	X				
Previsão de Resultados e riscos	X				
Gestão de recursos	X		X		X
Budgeting		X			X
Estimativas		X			X

Formação		X		X	
Testar (possíveis resultados)		X			
Gestão de risco		X	X		X
Análise de Risco		X			
Gestão de capacidade		X			X
Previsão de desempenho		X			
Monitorização e mapeamento de ativos físicos			X		
Otimização de processos de produção			X		
Reporting				X	X
Conceção do produto				X	
Suporte á manutenção				X	
Visualização de dados e informação				X	
Apresentação e demonstração de produtos				X	
Comunicação					X
Tarefas administrativas					X
Previsão					X
Análise de dados e insights					X
Previsão de dados para gestão de projeto					X
Definição do âmbito					X
Gestão da agenda					X
Controlo da execução do projeto		X			
BIM (Building Information Modeling)		X			
Gestão de tarefas - Backlog			X		
Gestão do projeto			X		
Definição da estratégia de abordagem					X
Gestão de performance					X
Atas de reunião					X
Automatização de Processos / Tarefas repetitivas					X
Segurança da Informação					X
Vantagens					
Apoio no processo de tomada de decisão de forma mais informada	X	X	X	X	X
Melhoria da performance	X				
Maior e melhoria da eficiência	X				X
Aumento da produtividade / Rendimento	X	X			X
Melhoria da capacidade de medição de KPIs	X				
Estatísticas - Melhoria continua	X				
Realização de dashboards	X				
Transformação de dados em informação / Conhecimento com baixo custo	X				
Importante para definir a dimensão de uma equipa de manutenção	X				
Permite compreender e processar uma grande quantidade de dados, de uma grande variedade, e a uma elevada velocidade	X				
Identificação e análise de tendências, padrões, inclinações, intenções	X				X
Previsão e antecipação de problemas	X				X
Disponibilidade e capacidade de análise dos dados para a avaliação da realização e progressão dos deliverables do projeto	X				
Otimização de recursos	X	X			
Otimização de processos	X	X			
Identificação de problemas que ocorreram no passado	X				
Gestão e análise dos dados acumulados de uma forma otimizada	X				
Armazenamento de uma grande quantidade de dados de uma forma segura e viável	X				
Processamento dos dados em segurança	X				
Tomada de decisão em tempo real	X				
Gestão e redução de riscos	X				
Suporte á gestão de risco		X			
Visualização do produto - para cliente		X			

Abordagem hands-on		X			
Melhoria contínua em ambiente controlado		X			
Possibilidade de modelação - Focada no produto		X			X
Reduz o erro		X			
Simulação e análise de Cenários Hipotéticos (fase de execução)		X			
Eficácia para perceber se o produto final corresponde á expectativa do cliente (Simular layouts)		X			
Identificação de riscos e oportunidades		X			
Redução de tempos		X			
Redução de custos		X		X	
Reduzir os riscos de falhas - comparando e verificando o comportamento das variáveis		X			
Possibilita estudar e experimentar diversos cenários e diversas formas de implementação		X			
Ajuda a compreender os princípios de funcionamento de um sistema		X			
Pode resolver problemas de uma linha de produção		X			
Poupar no investimento		X			
Encurtar tempos ociosos		X			
Reduzir as falhas de produção durante a fase de arranque		X			
Melhorar a utilização de recursos		X			
Reduzir o tempo do ciclo		X			
Procurar melhorias na gestão da produção		X			
Melhoria na qualidade de tomada de decisão		X			
Evita elevados custos de alteração		X			
Possibilidade de esclarecer dúvidas desde o início do projeto		X			
Representação visual de alternativas ao comportamento da gestão		X			
Diminuir os impactos de fatores indesejados ao longo do projeto		X			
Acesso a um grande volume de dados em real time			X		
Gestão centralizada e remota			X		
Interligação entre fatores de produção			X		
Monotorização (em tempo real)			X		
Análise preditiva do projeto para antecipação de falhas			X		
Otimização de processos de produção			X		
Monitorização remota de ativos			X		
Produção de uma grande quantidade de dados, a uma grande velocidade e vindos de diferentes dispositivos			X		
Melhoramento da eficiência através do agendamento e reagendamento dinâmico de tarefas			X		
Envolver o cliente no projeto - possibilita que o cliente acompanhe o projeto e visualize o produto final - experiência do cliente melhorada				X	
Melhor visualização da informação (Projetos 3D) - contextualizar a informação (Visualização contextual)				X	
Formação à distância				X	
Segurança				X	
Proteção de dados				X	
Melhoria da comunicação				X	
Formação interativa				X	
Melhoria da eficiência operacional				X	
Visualização e manipulação de objetivos virtuais com uma representação próxima da realidade				X	
Melhorar os procedimentos de trabalho				X	
Maior eficácia do produto final - Expectativas do cliente				X	
Maior eficácia - Maior fiabilidade na qualidade no produto final				X	
Complementar a realidade				X	
Evitar atrasos				X	
Assegurar a qualidade				X	
Maior eficiência - Reduzir recursos no processo de produção				X	
Maior eficiência - Apoiar e acelerar o processo de conceção				X	

Diminuir a necessidade de futuras alterações				X	
Diminuir o número de pessoas alocados a um projeto					X
Poupar tempo - Redução do tempo em tarefas rotineiras					X
Aprendizagem do algoritmo					X
Sempre disponível - 24/7					X
Trabalha com um volume maior de dados					X
Permite uma análise avançada de dados					X
Informação mais acessível					X
Ferramentas de apoio instantâneas					X
Maior rapidez na entrega					X
Apoio no desenvolvimento de material de suporte às apresentações					X
Automatização de processos					X
Automatização de tarefas rotineiras / Repetitivas					X
Melhoria da precisão					X
Assistência virtual e suporte ao cliente (chatbots)					X
Apoio a tarefas administrativas					X
Reconhecer e encontrar problemas					X
Capacidade de retirar conclusões a partir de um grande volume de dados					X
Capacidade de análise					X
Economizar e otimizar tempo					X
Elimina eventuais enviesamentos na tomada de decisões - Retirando a parte humana					X
Elimina informações desnecessárias e redundantes					X
Maior assistência, estratégia, visão					X
Desafios					
Exige recursos especializados	X				
Investimento crescente e exponencial	X				
Não tem, já é utilizado transversalmente	X				
Coerência dos dados	X				
Fonte única da verdade	X				
Investimento necessário em ferramentas	X				
Complexidade técnica e de desenvolvimento	X	X	X	X	X
Dependência de dados de qualidade	X				X
Custo da ferramenta	X	X	X		
Necessidade de habilidades específicas	X				
Dados que não estão prontos para serem extraídos	X				
Formação	X				
Rápida mudança da tecnologia	X				
Proteção dos dados	X				
Falta de infraestruturas adequadas para o armazenamento de dados	X				
Escassez de talento analítico	X				
Riscos de privacidade	X	X	X	X	X
Riscos de segurança	X	X	X		X
Dificuldades na gestão da mudança	X				
Útil apenas para projetos e produtos específicos		X		X	
Depende de parâmetros		X			
Complexidade em recriar a realidade em ambiente controlado		X			
Medição de indicadores para assegurar a fiabilidade da simulação		X			
Know-how muito específico		X			
Limitações de precisão		X			
Esforço de manutenção			X		
Segurança Cibernética			X		
Integração complexa			X		
Compliance			X		
Retorno do Investimento			X		

Produção de uma grande quantidade de dados, a uma grande velocidade e vindos de diferentes dispositivos - Ter recursos e capacidade para a análise destes dados			X		
Escalabilidade			X	X	
Dificuldades na integração de IoT com os sistemas de TI existentes ou com os sistemas antigos numa infraestrutura de informação unificada			X		
Custo benefício - Custo de implementação				X	
Tecnologia rara				X	
Tempo de implementação				X	
Poucas pessoas com conhecimentos disponíveis				X	
Dependência de hardware				X	
Experiência do utilizador limitada - Dependências do ambiente físico, qualidade de hardware e conexão à rede				X	
Capacidade de hardware limitada				X	
Preocupações éticas com o futuro das aplicações de realidade aumentada				X	
Noção mínima do que procuramos (Podemos deixar passar informações erradas)					X
Custos de investimento					X
Fase muito inicial - Muito caminho a percorrer					X
Equipamento raro					X
ROI incerto					X
Erros no algoritmo					X
Necessário cuidado para saber usar IA					X
Custos de utilização/ licenciamento					X
Complexidade de implementação					X
Limitações de interpretação e contexto					X
Falsas notícias, que possam parecer verdadeiras					X
Pouca legislação					X
Depende da introdução de dados pelos gestores de projeto					X
Dependência excessiva dos sistemas de IA – perda de competências					X
Mudança nos posto de trabalho					X
Recomendações					
Procurar técnico ou equipa especializada e qualificada na área, desde o primeiro dia	X	X		X	X
Capacitar a equipa - Treinando-a	X			X	
Envolver os recursos internos certos para a função, desde cedo	X				
Mais valia para perceber mais sobre os clientes finais	X				
Ter em consideração o futuro - a forma como expomos os dados é importante	X				
Priorizar a organização e captura dos dados assegurando a sua qualidade	X	X			
Começar por um caso simples e expandir	X	X	X	X	X
Manter o foco nos objetivos do projeto	X				
Evitar os “grandes casos”		X	X	X	X
Escolher bastante bem o software a utilizar		X			
Definir objetivos claros		X			
Validar e verificar os resultados		X			
Comuniquar os resultados de forma eficaz		X			
Planeamento adequado			X		
Investir na segurança			X		
Parcerias estratégicas			X		
Avaliação contínua			X		
Identificação de casos de uso relevantes				X	X
Avaliação da viabilidade técnica e económica				X	X
Testes e validação				X	
Informações confidenciais do cliente não pode ser colocada em sites públicos					X

Adaptação					X
Criar mais legislação					X
Transparência e ética					X
Monitorização e aprendizagem contínua					X

Como já referido, o principal objetivo desta segunda matriz, é encontrar padrões nas funções, vantagens, desafios e recomendações ao longo das tecnologias. De seguida irão ser destacadas as funções, vantagens, desafios e recomendações que encaixam em mais do que uma tecnologia.

Ao nível das funções, é de destacar aquelas que encaixam em duas tecnologias: “Monitorização de performance”; “Tomada de decisões”; “Budgeting”; “Estimativas”; “Formação”; “Gestão de capacidade” e “Reporting”. E as que foram mencionadas em três tecnologias: “Gestão de recursos” e “Gestão de risco”.

Para as vantagens, é de destacar “Apoio no processo de tomada de decisão de forma mais informada”, que foi referido em todas tecnologias em análise, seguida de “Aumento da produtividade / rendimento” referida em três tecnologias e, por fim, referido em duas tecnologias, “Maior e melhoria da eficiência”, “Identificação e análise de tendências, padrões, inclinações, intenções”, “Previsão e antecipação de problemas”, “Otimização de recursos e de processos”, “Redução de custos”.

No caso dos desafios, a que se repete, também, em todas as tecnologias, é “Complexidade técnica e de desenvolvimento” e “Riscos de privacidade”. De seguida, mencionada em quatro tecnologias, “Riscos de segurança”. Mencionada em três tecnologia, “Custo da ferramenta”. Por fim, mencionada em duas tecnologias, “Dependência de dados de qualidade”, “Útil apenas para projetos e produtos específicos” e “Escalabilidade”.

Por último, nas recomendações, mencionado nas cinco tecnologias: “Começar por um caso simples e expandir”. Mencionada em quatro tecnologias: “Procurar técnico ou equipa especializada e qualificada na área, desde o primeiro dia” e “Evitar os “grandes casos”. Por fim, mencionado em duas tecnologias: “Capacitar a equipa - Treinando-a”, “Priorizar a organização e captura dos dados assegurando a sua qualidade”, “Identificação de casos de uso relevantes” e “Avaliação da viabilidade técnica e económica”.

Através desta matriz foi possível verificar de que maneira, quantas vezes e quais as funções, vantagens, desafios e recomendações que se repetem ao longo das tecnologias.

Capítulo 6 – Conclusões, limitações e trabalhos futuros

6.1. Conclusões finais e Contributos

Esta dissertação pretendeu investigar como as tecnologias da I4.0, podem apoiar as funções dos gestores de projeto, uma vez que a literatura identifica duas lacunas: a falta de ligação entre a gestão de projeto e a I4.0 [7] [8], e a necessidade de alteração e adaptação do trabalho de um GP [7]. Para colmatar estas lacunas e responder à questão de investigação foram elaborados três objetivos: (i) Levantamento das ferramentas e tecnologias utilizadas atualmente pelos GP, nas suas funções de gestão desempenhadas; (ii) Identificar as funções que tem um maior potencial para beneficiar das tecnologias 4.0; (iii) Identificar as potencialidades, desafios e recomendações das tecnologias da I4.0.

Para iniciar a investigação foram realizadas três revisões da literatura, uma sobre as funções do gestor de projeto, outra sobre as tecnologias da I4.0, e por fim uma sobre a exemplificação sempre que possível da utilização de cada tecnologia 4.0. De seguida foram realizados uma entrevista a um GP e um questionário a 11 GP. O objetivo da aplicação destes métodos de inquérito, foi a identificação, juntos dos GP, de quais as tecnologias que utilizam atualmente, bem como perceber quais as funções que os GP sentem necessidade de um maior suporte tecnológico, e ainda perceber de uma forma superficial qual a opinião dos mesmos, relativamente à utilização das tecnologias 4.0 nas suas funções.

No que diz respeito ao levantamento das tecnologias utilizadas atualmente nas funções executadas por um GP, foi possível recolher um total de 22 ferramentas/tecnologias utilizadas atualmente pelos GP e 74 funções, distribuídas ao longo destas.

De forma a identificar quais as funções que tem um maior potencial de beneficiar das tecnologias 4.0, foram desenvolvidas duas análises segmentas, uma relativamente as funções dos GP e outra sobre as tecnologias 4.0. Como considerações finais, foi feito um cruzamento destas análises, identificando as funções, e quais tecnologias 4.0 podem apoiar e beneficiar as mesmas.

Para iniciar a análise segmentada das funções, foram reunidas um total de 56 funções. Foram formadas três categorias, “Utilizadas atualmente”, com um total de 37 funções, “Potencial de melhoria” com dez funções, e “Necessário suporte tecnológico” com nove funções.

Ao longo da análise segmentada das funções, os resultados indicam que a maioria dos GP (oito GP) sentem que estão satisfeitos com as tecnologias atuais e, por consequência, para a maioria das funções (37 funções), não é reconhecido o valor da introdução das tecnologias 4.0 (categoria “Utilizadas atualmente”), o que, tendo em mente as lacunas identificadas [7][8], se pode dever a diversos fatores, tais como: (i) Falta de conhecimento das capacidades e potencialidades das tecnologias 4.0 (falta de exposição, formação ou informação sobre as últimas inovações); (ii) Não conseguirem visualizar o contributo da utilização das novas tecnologias, nestas funções; (iii) Resistência à mudança, consequência de fatores como, complexidade, custo ou esforço de implementação.

Por outro lado, três dos inquiridos responderam não estarem satisfeitos com as tecnologias atuais, o que pode significar que reconhecem o potencial de melhoria. Por fim, houve um inquirido que não teve opinião, o que uma vez mais, tendo em consideração as lacunas identificadas [7][8], pode significar que este não tinha conhecimentos sobre as diferentes tecnologias 4.0.

Para dez das funções executadas atualmente (categoria “Potencial de melhoria”), é reconhecido o potencial da introdução das tecnologias 4.0 (“Estimativas”; “Gestão de riscos”; “Gestão de performance”; “Gestão de recursos”; “Gestão de tarefas – Backlog”; “Gestão do projeto”; “Análise de dados”; “Reporting”; “Budgeting”; “Gestão de agendas”). Para as primeiras sete, entre três e seis GP executam estas funções, no entanto, apenas entre um e dois compreende as capacidades da aplicação das tecnologias 4.0, o que uma vez mais, e tendo em conta as lacunas identificadas [7] [8], se pode dever ao facto dos GP não visualizarem o contributo das novas tecnologias ou não terem conhecimento das capacidades destas. No caso das funções “Reporting” e “Budgeting”, constatou-se que existe uma falta de apoio tecnológico para as executar. Relativamente à “Gestão de agendas”, foi observado que esta é executada com recurso às tecnologias atuais, de forma insatisfatória, pelos GP.

Para as restantes nove funções identificadas (categoria “Necessário suporte tecnológico”), é evidente a necessidade de suporte tecnológico (“Formação”; “Definição da estratégia de abordagem”; “Gestão de capacidade”; “Atas de reunião”; “Controlo da execução do projeto”; “BIM (Building Information Modeling)”; “Brainstorming”; “Automatização de Processos / Tarefas repetitivas”; “Segurança da Informação”).

Ainda nesta análise segmentada das funções, os dados revelam que o grupo de processo do planeamento, é onde a introdução das tecnologias 4.0 terá o maior efeito, por

ser o grupo de processos com mais funções. Em contrapartida, o grupo de processos de iniciação, é onde a introdução das tecnologias 4.0 terá menos influência, por ser o grupo de processos que inclui menos funções. Estes resultados estão também em concordância com o PMBOK 6 [10], uma vez que na literatura foi possível verificar que o GPP é o que tem mais funções e o GPI é o que tem menos. Por fim, foi possível observar que a introdução das tecnologias 4.0 nas funções “Análise de dados” e “Brainstorming” produziria impacto ao longo de quatro grupos de processo (grupo de processo de iniciação; grupo de processo de planeamento; grupo de processo de execução; grupo de processos de monitorização e controlo).

No que diz respeito à análise segmentada das tecnologias 4.0, houve duas tecnologias que se destacaram, a Inteligência artificial e Inteligência artificial – Machine Learning o que pode sugerir que são reconhecidas ou valorizadas pelos GP, sendo uma mais-valia. Em oposição, as tecnologias Realidade Aumentada, Gestor integrado de agenda e a Visualização de dados - para suporte à tomada de decisão - Análise de dados, foram as menos salientadas pelos GP, o que, tendo em conta as lacunas identificadas [7] [8], se pode dever a fatores como: (i) Os GP estarem pouco familiarizados com as potencialidades destas tecnologias; (ii) São tecnologias menos conhecidas pelos GP, por serem novas tecnologias.

Por fim, no âmbito da análise das tecnologias 4.0, é de destacar a tecnologia Internet Industrial das Coisas, uma vez que, foi uma das tecnologias para a qual foram apontadas mais funções, no entanto apenas foi mencionadas por um inquirido, o que pode indicar que é uma tecnologia com pouco reconhecimento ou conhecimento entre os GP, o que, uma vez mais tendo em conta as lacunas identificadas [7] [8], e os desafios encontrados na literatura [42] [85] [86] e mencionados pelos próprios GP, nomeadamente, gestão dos dados, integração e complexidade técnica, riscos de segurança e custos, se pode dever a fatores como: (i) Tecnologia pouco conhecida pelos GP; (ii) Obstáculos na implementação na tecnologia;

Em suma, as duas análises segmentadas foram consolidadas através do cruzamento das tecnologias 4.0 com as funções que podem beneficiar da aplicação destas, bem como a categoria e grupo de processo a que cada função pertence. No caso da Inteligência artificial – Machine Learning foi apontada para as funções “Budgeting”, “Estimativas”, “Gestão de risco” e “Gestão de capacidade”, ainda na Inteligência artificial, foram mencionadas as funções “Definição de estratégia de abordagem”, “Gestão de

performance”, “Reporting” e “Atas de reunião”, para a Inteligência artificial – automatização de tarefas foi apontada a função de “Automatização de processos/tarefas repetitivas”, por fim no âmbito da Inteligência artificial – Software de gestão de risco, foram referidas as funções “Gestão de risco” e “Segurança da informação”. No que diz respeito à Realidade aumentada foi mencionada para apoiar a função de “Formação”. No âmbito da tecnologia Internet Industrial das Coisas, foram apontadas as funções “Gestão de recursos”, “Gestão de tarefas – Backlog” e “Gestão de projeto”. Para a função “Gestão de agendas”, não foi apontado uma tecnologia clara. Em relação as Simulações as funções apontadas foram: “BIM (Building Information Modeling)” e “Controlo da execução do projeto”. Por fim, para a “Visualização de dados” e “Tomada de decisão” foi apontada a tecnologia Análise de dados.

Por fim, com o objetivo de identificar as potencialidades, desafios e recomendações das tecnologias 4.0, foi elaborada uma relação entre as tecnologias nas quais foi reconhecido potencial para apoiar as funções dos GP (Análise de dados; Simulações; Internet Industrial das Coisas (IIoT); Realidade aumentada e Inteligência Artificial (IA)), com as funções que estas podem apoiar (já utilizadas e sugeridas), as vantagens, desafios e recomendações mencionadas pelos GP e ainda adicionalmente o confronto com a literatura, no âmbito das vantagens e desafios para cada tecnologia. Para complementar esta informação, foi elaborada à parte um outro cruzamento, com o objetivo de identificar padrões ou pontos em comum, ao nível das funções, vantagens, desafios e recomendações ao longo das tecnologias.

Neste sentido com a primeira ligação, foi possível traçar um perfil para cada tecnologia. **Análise de dados:** (i) **Funções** – são mais indicadas funções associadas à definição de objetivos e gestão de performance; (ii) **Vantagens** – giram em torno de tomadas de decisão informadas, otimização do desempenho e de processos, monitorização e medição, e gestão de riscos e antecipação de problemas; (iii) **Desafios** – mais relacionados com recursos e investimento, riscos de segurança e privacidade, complexidade, gestão de mudança e desafios de adoção e integração; (iiii) **Recomendações** – relacionadas com reunir uma equipa competente desde início, dar prioridade à qualidade dos dados, estabelecer objetivos claros e adotar uma abordagem centrada no cliente. Nas **Simulações:** (i) **Funções** – mais relacionadas com o planeamento financeiro e de recursos, gestão de risco e qualidade e a execução monitorização e controlo do projeto; (ii) **Vantagens** – maioritariamente associadas à melhoria da tomada

de decisão e da gestão de risco, produtividades desempenho e otimização de processos, visualização e redução do erro, poupança de custos e tempo; (iii) **Desafios** – estão relacionadas com a complexidade técnica, limitações de custos e recursos, riscos de segurança e privacidade, e aplicabilidade limitada; (iiii) **Recomendações** – estabelecer uma base sólida com uma equipa e as ferramentas, começar pequeno, dar prioridade à qualidade dos dados, definir objetivos claros e comunicar os resultados de forma clara e eficaz. Para a **Internet Industrial das Coisas (IIoT)**: (i) **Funções** – mais associadas ao planeamento e execução do projeto, gestão de recursos, monitorização de desempenho e otimização de produção e processos; (ii) **Vantagens** – giram em torno da monitorização e gestão em tempo real e otimização de processos; (iii) **Desafios** – estão ligados à gestão dos dados, integração e complexidade técnica, riscos de segurança e custos; (iiii) **Recomendações** – relacionadas com uma implementação gradual, planeamento e segurança. Relativamente à tecnologia **Realidade Aumentada**: (i) **Funções** – giram em torno do desenvolvimento e apresentação de produto, relatórios e visualização de dados e formação; (ii) **Vantagens** – relacionadas com a melhoria da experiência e do envolvimento do cliente, melhoria da tomada de decisões, eficiência operacional e de processos, prevenção de atrasos e redução de custos e segurança; (iii) **Desafios** – foram apontados a complexidade técnica, especialização e limitações de recursos e privacidade; (iiii) **Recomendações** – giram em torno da construção da equipa, uma implementação gradual, identificação das oportunidade e testes. Por fim, em relação à **Inteligência Artificial**: (i) **Funções** – estão associadas ao planeamento e estratégia, gestão financeira, de recursos e de riscos, automatização, comunicação e análise de dados; (ii) **Vantagens** – estão relacionadas com a análise de dados, melhoria na tomada de decisões, automatização de processos, aumento de eficiência, disponibilidade continua, simulações; (iii) **Desafios** – estão relacionados com complexidade técnica e de implementação, custos, segurança, impactos no trabalho e estado inicial da tecnologia; (iiii) **Recomendações** – giram em torno da privacidade e segurança, planeamento estratégico, uma implementação gradual, e envolvimento de especialistas.

Relativamente ao segundo cruzamento foi possível identificar que existiram pontos em comum a todos os níveis, funções, vantagens, desafios e recomendações, ao longo das cinco tecnologias, que em seguida, serão destacados: (i) **Funções** – “Monitorização de performance”; “Tomada de decisões”; “Budgeting”; “Estimativas”; “Formação”; “Gestão de capacidade” e “Reporting” (duas tecnologias); “Gestão de recursos” e “Gestão de

risco” (três tecnologias); (ii) **Vantagens** – “Apoio no processo de tomada de decisão de forma mais informada” (cinco tecnologias); “Aumento da produtividade / rendimento” (três tecnologias); “Maior e melhoria da eficiência”; “Identificação e análise de tendências, padrões, inclinações, intenções”; “Previsão e antecipação de problemas”; “Otimização de recursos e de processos”; “Redução de custos” (duas tecnologias); (iii) **Desafio** – “Complexidade técnica e de desenvolvimento”; “Riscos de privacidade” (cinco tecnologias); “Riscos de segurança” (quatro tecnologias); “Custo da ferramenta” (três tecnologia); “Dependência de dados de qualidade”, “Útil apenas para projetos e produtos específicos” e “Escalabilidade” (duas tecnologias); (iiii) **Recomendações** – “Começar por um caso simples e expandir” (cinco tecnologias); “Procurar técnico ou equipa especializada e qualificada na área, desde o primeiro dia”; “Evitar os “grandes casos” (quatro tecnologias); “Capacitar a equipa - Treinando-a”; “Priorizar a organização e captura dos dados assegurando a sua qualidade”; “Identificação de casos de uso relevantes”; “Avaliação da viabilidade técnica e econômica” (duas tecnologias).

As análises feitas anteriormente, permitem uma compreensão do potencial da indústria 4.0, oferecendo uma visão abrangente e clara do que existe na literatura e um contributo da visão objetiva dos gestores de projeto sobre estas tecnologias.

Desta forma, o contributo principal desta investigação é incentivar os GP a utilizarem as novas tecnologias e promover o desenvolvimento destas tecnologias na área de gestão de projeto, contribuindo para o aperfeiçoamento da gestão do tempo de um GP e para que as suas funções sejam facilitadas e apoiadas.

Em conclusão, esta dissertação pretende fornecer uma base para investigações futuras e aplicações práticas. Os resultados sublinham a importância de compreender e adaptar o trabalho dos GP face às novas tecnologias, oferecendo uma perspetiva dos mesmos sobre as tecnologias 4.0.

6.2.Limitações do estudo e trabalhos futuros

Apesar dos contributos deste estudo, este também esteve sujeito a limitações.

Uma das principais limitações foi o tamanho da amostra. Apesar de a amostra ser suficiente para tirar conclusões, uma amostra maior teria possibilitado mais opiniões, logo, poderia ter fornecido mais resultados. Outra limitação prendeu-se com facto de os gestores de projeto não terem mostrado uma maior abertura para a realização de entrevistas, o que não foi benéfico para o desenvolvimento da investigação. O facto de a

interação ter sido por escrito dificultou o processo, uma vez que não houve a possibilidade de interação imediata para o esclarecimento de dúvidas e para a condução de uma entrevista de uma forma livre em conformidade com a experiência e percepção de cada entrevistado.

Por fim, a última limitação sentida foi o facto de os gestores de projeto terem sentido dificuldades em responder às perguntas 3 e 4, fez com que, por vezes, estas respostas tivessem ficado incompletas limitando o estudo. Por ser um estudo de resposta aberta, a qualidade das respostas poderá ter sido condicionada.

Relativamente a trabalhos futuros, seria vantajoso alargar o número da amostra e substituir a realização de questionários com respostas por escrito por entrevistas. Desta forma, poder-se-ia obter uma compreensão mais abrangente e aprofundada da perspetiva dos gestores de projeto sobre as novas tecnologias e principalmente o porquê das suas respostas.

Como sugestão de trabalhos futuros, destaca-se a realização de estudos de forma contínua, observando os efeitos e o impacto das tecnologias 4.0 no sucesso do projeto, e nos processos da gestão de projeto, a longo prazo. Por outro lado, seria importante, verificar o impacto das tecnologias 4.0, ao serem aplicadas por GP em diferentes indústrias, percebendo-se, assim, os desafios da implementação das mesmas, nos diversos setores; e, ainda, a verificação dos impactos da utilização destas tecnologias nas métricas de desempenho de um projeto, nomeadamente tempo, custo, qualidade e satisfação dos *stakeholders*.

Referências Bibliográficas

- [1] A. G. Özüdoğru, E. Ergün e D. Ammari, “How industry 4.0 changes business: A commercial perspective,” *International Journal of Commerce and Finance*, pp. 84-95, 2018.
- [2] Y. Yin, K. E. Stecke e D. Li, “The evolution of production systems from industry 2.0 through industry 4.0,” *International Journal of Production Research*, pp. 848-861, 2018.
- [3] T. Masood e P. Sonntag, “Industry 4.0: Adoption challenges and benefits for SMEs,” *Computers in Industry*, p. 103261, 2020.
- [4] A. Lele, “Disruptive technologies for the militaries and security,” em *Industry 4.0*, Singapore, Smart Innovation, Systems and Technologies, 2019, pp. 205-215.
- [5] S. Vaidya, P. Ambad e S. Bhosle, “Industry 4.0 – A Glimpse,” em *2nd International Conference on Materials Manufacturing and Design Engineering*, India, 2018.
- [6] V. Jally, V. N. Kulkarni, G. V.N., G. J. Satis e K. B.B., “A review on project management transformation using industry 4.0,” em *2nd International Conference on Manufacturing, Material Science and Engineering 2020, ICMMSSE 2020*, 2021.
- [7] T. Z. Win e S. M. Kham, “Transformation of Project Management in Industry 4.0,” em *12th International Conference on Project Management*, Thailand, 2018.
- [8] H. Zhu, B.-G. Hwang, J. Ngo e J. P. S. Tan, “Applications of Smart Technologies in Construction Project Management,” *Journal of Construction Engineering and Management*, 2022.
- [9] Accenture, “Forging the Future : Evolving With Disruptive Technologies,” *Project Management Institute*, 2018.
- [10] K. Peffers, T. Tuunanen, M. A. Rothenberger e S. Chatterjee, “A Design Science Research Methodology for Information Systems Research,” *Journal of Management Information Systems*, pp. 45-77, 2014.
- [11] R. Pereira e J. Serrano, “review of methods used on IT maturity models development: A systematic literature review and a critical analysis,” *Journal of information technology*, vol. 35, pp. 161-178, 2020.
- [12] A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2017.
- [13] J. Rittenberg e C. Bottorff, “Forbes Advisor,” 27 Março 2022. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/advisor/business/software/what-is-a-project-manager/>.
- [14] I. B. b. Zakaria, M. R. B. Mohamed, N. b. Ahzahar e S. Z. b. Hashim, “A Study on Leadership Skills of Project Manager for a Successful Construction Project,” *International Academic Research Journal of Social Science*, vol. 1(2), pp. 89-94, 2015.
- [15] R. MULLER e R. TURNER, “The Influence of Project Managers on Project Success Criteria and Project Success by Type of Project,” *European Management Journal*, vol. 25, p. 298–309, 2007.

- [16] H. A. Levine, Practical project management: tips, tactics, and tools, John Wiley & Sons, 2002.
- [17] The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2021.
- [18] A. Marando, "Balancing project management hard skills and soft skills," Braindeis University, Massachusetts, USA, 2012.
- [19] I. F. Arromba, P. S. Martin, R. Cooper Ordoñez, R. Anholon, I. S. Rampasso, L. A. Santa-Eulalia, V. W. B. Martins e O. L. G. Quelhas, "Industry 4.0 in the product development process: benefits, difficulties and its impact in marketing strategies and operations," *Journal of Business and Industrial Marketing*, pp. 522 - 534, 2021.
- [20] J. Al-Jaroodi, N. Mohamed e I. Jawhar, "A service-oriented middleware framework for manufacturing industry 4.0," *ACM SIGBED Review*, pp. 29 - 36, 2018.
- [21] L. M. A. L. d. C. M. B. K. J. V. B. G. B. S. J. L. B. I. C. & N. E. O. B. Dos Santos, "Industry 4.0 collaborative networks for industrial performance," *Journal of Manufacturing Technology Management*, pp. 245-265, 2021.
- [22] D. Ivanov, A. Dolgui e B. Sokolov, "The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics," *International Journal of Production Research*, pp. 829 - 846, 2019.
- [23] M. Attaran, "The rise of 3-D printing: The advantages of additive manufacturing over traditional manufacturing," *Elsevier Inc*, 2017.
- [24] J. Campos e P. Ferguson, "Agile space systems management," em *Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC*, 2019.
- [25] M. L.E., G. S.M., M. F., L. H., M. E., M. B.I., H. D.H., M. L., L. M.I., W. R.B. e B. J., "Next-generation biomedical implants using additive manufacturing of complex cellular and functional mesh arrays," pp. 1999-2032, 28 Abril 2012.
- [26] R. S. d. Santos e S. A. V. Lordelo, "Internet of Things, Big Data and Simulation as a Competitive Advantage in the New Age of Industry 4.0," em *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Bangkok, 2019.
- [27] M. A. Berawi, "Utilizing big data in industry 4.0: Managing competitive advantages and business ethics," *International Journal of Technology*, pp. 430 - 433, 2018.
- [28] B. Baesens, R. Bapna, J. R. Marsden, J. Vanthienen e J. L. Zhao, "Transformational Issues of Big Data and Analytics in Networked Business," *MIS Quarterly: Management Information Systems*, pp. Volume 40; 807 - 818, 2016.
- [29] A. Schroeder, A. Ziaee Bigdeli, C. Galera Zarco e T. Baines, "Capturing the benefits of industry 4.0: a business network perspective," *Production Planning and Control*, pp. 1305 - 1321, 2019.
- [30] K. Abuosba, "Formalizing big data processing lifecycles: Acquisition, serialization, aggregation, analysis, mining, knowledge representation, and information dissemination," em *In 2015 international conference and workshop on computing and communication*, 2015.
- [31] M. Akoum e A. Mahjoub, "A Unified Framework for Implementing Business Intelligence, Real-time Operational Intelligence and Big Data Analytics for

- Upstream Oil Industry Operators,” em *Society of Petroleum Engineers - SPE Intelligent Energy International 2013: Realising the Full Asset Value*, 2013.
- [32] M. El Arass, I. Tikito e N. Souissi, “An Audit Framework for Data Lifecycles in a Big Data context,” em *2018 International Conference on Selected Topics in Mobile and Wireless Networking, MoWNeT 2018*, Tangier, 2018.
- [33] T. Bakici, A. Nemeh e O. Hazir, “Big Data Adoption in Project Management: Insights From French Organizations,” *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2021.
- [34] J. Whyte, A. Stasis e C. Lindkvist, “Managing change in the delivery of complex projects: Configuration management, asset information and 'big data',” *International Journal of Project Management*, pp. Volume 34; 339 - 351, 2016.
- [35] R. E. Levitt, “Towards project management 2.0,” *Engineering project organization journal*, pp. 197-210, 2011.
- [36] A. A. Oyelude, “What’s trending in cloud computing from the internet cybersphere,” *Library Hi Tech News*, pp. Volume 32; 22 - 23, 2015.
- [37] M. Khalfan, N. Azizi, O. Haass, T. Maqsood e I. Ahmed, “Blockchain Technology: Potential Applications for Public Sector E-Procurement and Project Management,” *Sustainability (Switzerland)*, p. Volume 14, 2022.
- [38] Z. Yan, G. Wei, L. Dongdong, N. Lei e Y. Mengran, “University Research Project Management System Based on Cloud Platform,” em *2020 International Conference on Big Data and Informatization Education (ICBDIE)*, 2020.
- [39] A. Ciffolilli e A. Muscio, “Industry 4.0: national and regional comparative advantages in key enabling technologies,” *European Planning Studies*, pp. 2323 - 2343, 2018.
- [40] C. C. Aggarwal, N. Ashish e A. Sheth, “The internet of things: A survey from the data-centric perspective,” *In Managing and mining sensor data*, pp. 383-428, 2013.
- [41] T. Coito, B. Firme, M. S. Martins, A. Costigliola, R. Lucas, J. Figueiredo, S. M. Vieira e J. M. Sousa, “Integration of industrial IoT architectures for dynamic scheduling,” *Computers & Industrial Engineering*, p. Vol. 171, September 2022.
- [42] S. Altendorfer-Kaiser, “The Influence of Big Data on Production and Logistics,” em *n IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems*, 2017.
- [43] A. Nesterov, I. Kholodilin, A. Shishkov e P. Vanin, “AUGMENTED REALITY IN ENGINEERING EDUCATION: OPPORTUNITIES AND ADVANTAGES,” *Communications - Scientific Letters of the University of Žilina*, pp. 117-121, 2017.
- [44] F. Fahimi, *Autonomous Robots Modeling, Path Planning, and Control*, Canada: Springer, 2009.
- [45] D. Craigen, N. Diakun-Thibault e R. Purse, “Defining Cybersecurity,” *Technology Innovation Management Review*, 2014.
- [46] R. A. Kemmerer, “Cybersecurity,” em *Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Software Engineering*, 2003.
- [47] E. Amoroso, “Cyber Security,” *New Jersey: Silicon Press*, 2006.
- [48] M. Kikolski, “Study of Production Scenarios with the Use of Simulation Models,” em *7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management*, Bialystok, 2017.

- [49] S. Zahraee, M. Hatami, J. M. Rohani, H. Mihanizadeh e M. Haghighi, "Comparison of Different Scenarios Using Computer Simulation to Improve the Manufacturing System Productivity: Case Study," em *1st International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference*, Switzerland, 2014.
- [50] G. Aceto, V. Persico e A. Pescapé, "The role of Information and Communication Technologies in healthcare: taxonomies, perspectives, and challenges," *Journal of Network and Computer Applications*, pp. 125-154, 2018.
- [51] D. E. Bock, J. S. Wolter e O. Ferrell, "Artificial intelligence: disrupting what we know about services," *Journal of Services Marketing*, pp. 317-334, 2020.
- [52] A. Kaplan e M. Haenlein, em *Siri, siri, in my hand: who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence*, Business Horizons, 2019, pp. 15-25.
- [53] S. Goyal, H. Jha e A. Gupta, "Automation in Project Management 4.0 with Artificial Intelligence," em *In Proceedings of 3rd International Conference on Recent Trends in Machine Learning, IoT, Smart Cities and Applications: ICMISC 2022*, 2022.
- [54] Y. Huang, M. C. Leu, J. Mazumder e A. Donmez, "Additive manufacturing: Current state, future potential, gaps and needs, and recommendations," *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, pp. Volume 137, Issue 1, 2015.
- [55] G. L. Jamil e L. F. M. Carvalho, "Improving Project management decisions with big data analytics," em *Expanding Business Opportunities With Information Systems and Analytics*, IGI Global., 2019, pp. 45-65.
- [56] Y. Zhanga, H. Luoa e Y. Hea, "A system for tender price evaluation of construction project based on big data," *Procedia Engineering*, vol. 123, p. 606 – 614, 2015.
- [57] D. Ahiaga-Dagbui e S. Smith, "Dealing with construction cost overruns using data mining," *Construction management and economics*, vol. 32, pp. 682-694, 2014.
- [58] H. Kusimo, L. Oyedele, O. Akinade, A. Oyedele, S. Abioye, A. Agboola e N. Mohammed-Yakub, "Optimisation of resource management in construction projects: a big data approach," *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, vol. 16, pp. 82-93, 2019.
- [59] J. Colina e M. Vanhoucke, "Setting tolerance limits for statistical project control using earned value management," *Omega*, vol. 49, pp. 107-122, 2014.
- [60] J. Ram, N. K. Afridi e K. A. Khan, "Adoption of Big Data analytics in construction: Development of a conceptual model," *Built Environment Project and Asset Management*, vol. 9, pp. 564-579, 2019.
- [61] H. Zhu, B.-G. Hwang, J. Ngo e J. P. S. Tan, "Applications of Smart Technologies in Construction Project Management," *Journal of Construction Engineering and Management*, p. Volume 148, 2022.
- [62] N. O. Olsson e H. Bull-Berg, "Use of big data in project evaluations," *International Journal of Managing Projects in Business*, vol. 8, pp. 491-512, 2015.
- [63] A. H. Gausdal, K. V. Czachorowski e M. Z. Solesvik, "Applying Blockchain technology: Evidence from Norwegian companies," *Sustainability (Switzerland)*, p. Volume 10, 2018.

- [64] P. Y. P. P. D. F. P. M. & I. P. P. Nayma Martín Amaro, “Tendencies in Augmented Reality,” em *Studies in Computational Intelligence*, Springer, Cham, 2022, pp. 345-362.
- [65] M. Fu e R. Liu, “The Application of Virtual Reality and Augmented Reality in Dealing with Project Schedule Risks,” *In Proceedings of the Construction Research Congress*, pp. 429-438, 2018.
- [66] A. K. Kochar e X. Ma, “Use of computer simulation: Aids for solving production management problems,” em *n Proceedings of the 3rd European Simulation Congress*, Edinburgh, 1989.
- [67] J. Mrzygłocka-Chojnacka, S. Stanek e D. Kuchta, “Defining a Successful Project in Sustainable Project Management through Simulation—A Case Study,” *Sustainability (Switzerland)*, 2021.
- [68] I. Rishnyak, O. Veres, V. Lytvyn, M. Bublyk, I. Karpov, V. Vysotska e V. Panasyuk, “Implementation Models Application for IT Project Risk Management,” em *1st International Workshop on Computational and Information Technologies for Risk-Informed Systems*, Kherson, 2020.
- [69] R. Vallon, B. J. da Silva Estácio, R. Prikladnicki e T. Grechenig, “Systematic literature review on agile practices in global software development,” *Information and Software Technology*, pp. Volume 96; 161 - 180, 2018.
- [70] R. Pietroń, “Scrum Project Management Dynamics Simulation,” em *40th Anniversary International Conference on Information Systems Architecture and Technology*, Wrocław, 2019.
- [71] T. V. Fridgeirsson, H. T. Ingason, H. I. Jonasson e H. Jonsdottir, “An authoritative study on the near future effect of artificial intelligence on project management knowledge areas,” *Sustainability*, p. 2345, 2021.
- [72] S. Bento, L. Pereira, R. Gonçalves, A. Dias e R. L. d. Costa, “Artificial intelligence in project management: systematic literature review,” *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, pp. 143-163, 2022.
- [73] A. Alshaikhi e M. Khayyat, “An investigation into the Impact of Artificial Intelligence on the Future of Project Management,” em *In 2021 International Conference of Women in Data Science at Taif University*, 2021.
- [74] M. Munir, “How artificial intelligence can help project managers,” *Global Journal of Management And Business Research*, pp. 29-35, 2019.
- [75] A. Hevner, S. March e J. Park, “Design research in information systems research,” em *MIS Quarterly*, 2004.
- [76] U. Kuter e C. Yilmaz, “Survey methods: Questionnaires and interviews,” *Choosing Human-Computer Interaction (HCI) Appropriate Research Methods*, 2001.
- [77] J. A. Krosnick e S. Presser, “Question and Questionnaire Design,” *The Palgrave handbook of survey research*, pp. 439-455, 2018.
- [78] M. Turoff e H. A. Linstone, “The Delphi method-techniques and applications,” 2002.
- [79] S. Hanafin, “Review of literature on the Delphi Technique,” *Dublin: National Children’s Office*, pp. 1-51, 2004.
- [80] A. S. Acharya, A. Prakash, P. Saxena e A. Nigam, “Sampling: Why and How of it?,” *INDIAN JOURNAL OF MEDICAL SPECIALITIES*, vol. 4, pp. 330-333, 2013.

- [81] C. Graue, “Qualitative data analysis,” *International Journal of Sales, Retailing & Marketing*, pp. 5-14, 2015.
- [82] O. B. Sezer, E. Dogdu e A. M. Ozbayoglu, “Context-aware computing, learning, and big data in internet of things: a survey,” *IEEE Internet of Things Journal*, pp. 1-27, 2017.
- [83] L. D. Xu, W. He e S. Li, “Internet of things in industries: A survey,” *IEEE Transactions on industrial informatics*, pp. 2233-2243, 2014.
- [84] R. Pastorino, C. D. Vito, G. Migliara, K. Glocker, I. Binenbaum, W. Ricciardi e S. Boccia, “Benefits and challenges of Big Data in healthcare: an overview of the European initiatives,” *European journal of public health*, pp. 23-27, 2019.
- [85] J. Manyika, M. Chui, B. Brown, J. Bughin, R. Dobbs, C. Roxburgh e A. H. Byers, “Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity,” McKinsey Global Institute, 2011.
- [86] M. Alvarado, M. Lawley e Y. Li, “Healthcare simulation tutorial: Methods, challenges, and opportunities,” em *In 2016 Winter Simulation Conference (WSC)*, IEEE, 2016.
- [87] J. Carmigniani, B. Furht, M. Anisetti, P. Ceravolo, E. Damiani e M. Ivkovic, “Augmented reality technologies, systems and applications,” *Multimedia tools and applications*, pp. 341-377, 2011.
- [88] E. J. Topol, “High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence,” *Nature medicine*, pp. 44-56, 2019.
- [89] D. Acemoglu e P. Restrepo, “Artificial intelligence, automation, and work,” em *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, University of Chicago Press, 2018, pp. 197-236.

Anexos

Apêndice A – Respostas ao questionário de uma outra investigação do efeito de IA nas várias tarefas dos gestores de projeto

AI nas várias tarefas dos GP	Resultados
IA na gestão integrada do projeto	49% dos inquiridos consideraram que IA terá um elevado efeito na monitorização e controlo do projeto
	Os inquiridos consideraram que IA teria um efeito elevado no desenvolvimento de um plano de gestão de projeto, no desenvolvimento de uma carta do projeto e na realização de um controlo integrado das alterações.
	Consideraram que os processos de gestão do conhecimento, encerramento do projeto e, na fase de direção e gestão do trabalho do projeto, sofreriam um menor efeito de IA
IA na gestão do âmbito do projecto	50 % dos inquiridos concordaram que IA tinha um maior efeito na criação da estrutura de divisão do trabalho
IA na gestão do calendário do projeto	46% e 56% dos inquiridos considerou que a IA teve um efeito elevado ou muito elevado nos seguintes processos: gestão do cronograma, definição das tarefas, atividades sequenciais, estimativa da duração das atividades, desenvolvimento e controlo do cronograma
	Foi possível, estabelecer uma correlação entre a idade do inquirido e o efeito que o mesmo acredita que IA pode ter na gestão do calendário, ou seja, quanto mais velho o inquirido, mais ele acredita que IA tem efeito na gestão do calendário
IA na gestão de custos do projeto	54% a 64% dos inquiridos considerou que a IA teria um efeito elevado ou muito elevado nos seguintes processos: planeamento da gestão de custos, estimativa de custos, determinação do orçamento e controlo dos custos
	64% dos inquiridos consideraram que a IA teria um efeito elevado na estimativa de custos
IA na gestão de qualidade do projeto	38% a 39% dos participantes afirmam que IA teria um efeito elevado ou muito elevado nos 3 processos seguintes: planeamento da gestão da qualidade, gestão da qualidade e controlo da qualidade
IA na gestão de recursos do projeto	Os participantes consideram que IA teria um efeito reduzido na gestão de equipa, os processos tidos em conta foram: planeamento da gestão de recursos, estimativa dos recursos da atividade, aquisição de recursos, desenvolvimento de equipa, gestão de equipa e controlo dos recursos
IA na gestão comunicação do projeto	33% dos inquiridos considerou que IA teria um efeito muito baixo na gestão da comunicação, e 30% na gestão do planeamento da comunicação
	Relativamente ao controlo da comunicação, os participantes consideraram que a IA iria ter um efeito médio
	IA teria um efeito elevado nos processos da gestão de risco

IA na gestão de risco do projeto	Os processos considerados em gestão do risco foram: Planejamento da gestão do risco (46% dos inquiridos consideraram que a IA teria um efeito elevado ou muito elevado neste processo); Identificação dos riscos (48% dos inquiridos consideraram que a IA teria um efeito elevado ou muito elevado neste processo); Realização de análise qualitativa dos risco (42% dos inquiridos consideraram que a IA teria um efeito elevado ou muito elevado neste processo); Realização de análise quantitativa dos riscos (54% dos inquiridos consideraram que a IA teria um efeito elevado ou muito elevado neste processo); Planejamento de respostas ao risco (36% dos inquiridos consideraram que a IA teria um efeito elevado ou muito elevado neste processo); Implementação das respostas aos riscos (39% dos inquiridos consideraram que a IA teria um efeito elevado ou muito elevado neste processo); Monitorização dos riscos (62% dos inquiridos consideraram que a IA teria um efeito elevado ou muito elevado neste processo)
IA na gestão das aquisições do projeto	A maioria dos participantes considerou que a IA teria um efeito médio a elevado nos processos de gestão das aquisições do projeto
	63% dos participantes consideraram que a IA teria um efeito médio a elevado na realização das aquisições, 60% no controlo das aquisições e 58% no planeamento da gestão das aquisições
AI na gestão dos stakeholder	IA teria um efeito reduzido nos processos de gestão dos stakeholders
	37% a 41% dos participantes estimaram que a IA teria um efeito muito baixo ou baixo na identificação dos stakeholders, bem como no planeamento e na gestão do envolvimento dos stakeholders
	O processo que os participantes consideraram que seria mais afetado pela IA seria a monitorização do envolvimento dos stakeholders

Fonte: [71]

Apêndice B – Questionário

Nome:

Idade:

Área e empresa:

Anos de experiência:

1. Ferramentas que utiliza **atualmente** e com que finalidade / para que efeito?

Função/Finalidade de GP	Ferramenta/ Tecnologia utilizada
Exemplo: Gestão de risco	Excel

2. Sente que as tecnologias que utiliza são suficientes? _____ Porquê?

3. Para que funções ou para que finalidade sente necessidade de suporte de tecnologia (se houver ou conhecer alguma tecnologia que possa ser útil indique). **Explique de que maneira a tecnologia que indica pode ser utilizada e porquê.**

Função/Finalidade	Tecnologia que	De que maneira pode ser
-------------------	----------------	-------------------------

de GP	considera útil	utilizada e porquê?

4. Das tecnologias da indústria 4.0 como avalia a sua importância para as funções de gestão de projeto?

Tecnologias	Já utiliza (S/N)?	Função/ Finalidade (1)	Nível de conhecimento (2)	Vantagens (De que maneira e porquê ?)	Barreiras à utilização / introdução (De que maneira e porquê ?)	Recomendações (3) (De que maneira e porquê ?)
Análise de dados						
Robots autónomos						
Simulações						
Internet Industrial das Coisas (IIoT)						
Segurança Cibernética						
Cloud						
Additive Manufacturing						
Realidade Aumentada						
Inteligência Artificial (IA)						

(1) Função/ Finalidade – indique para que funções utiliza a tecnologia referida e de que maneira ou onde considera poder ser útil

(2) Nível de conhecimento da tecnologia: 1- Desconhecida a Tecnologia a 5- Domínio da Tecnologia

(3) Recomendações de implementação e utilização

Nota: Mesmo que não tenha utilizado as **tecnologias**, poderá tentar mencionar algumas vantagens, barreiras e recomendações, tendo em conta o documento de auxílio (Explicação + Exemplo).

Apêndice C – Documento de auxílio para preencher o questionário

Análise de dados	Definição	Também conhecida como Big data. É um conjunto de uma grande quantidade de dados , e é também a sua análise com o objetivo de encontrar variáveis explicativas que possam responder a questões . A análise de dados registados anteriormente revela-se como uma ferramenta fundamental para identificar quais os problemas que ocorreram no passado em diferentes processos de produção e, consequentemente, conceber diversas soluções para impedir que ocorram novamente
	Exemplo	Big Data pode ser utilizada nas diferentes fases do ciclo de vida do projeto (conceção conceptual, definição, planeamento, monitorização, e controlo, e a conclusão), de forma a auxiliar e apoiar os processos e a tomada de decisão nas diferentes fases Por exemplo na fase de conceção e iniciação do projeto é de destacar a correlação entre conhecimento e gestão de projeto - uma das vantagens competitivas do Big Data é a capacidade de transformas os dados em conhecimento através do seu processamento e analise - é por esta razão que o Big Data deve ser utilizado para melhorar as funções empresariais Numa fase de conceção e iniciação, Big Data, foi utilizando num sistema de avaliação de preços. Através desta ferramenta foi possível transformar a informação em sistemas de apoio a decisão, e desta forma complementar os métodos já existentes de estimativas de custos e torná-los mais fiáveis Numa fase de desempenho e controlo, concluiu-se através de um questionário que a avaliação de risco através de Base de dados pode reduzir os riscos
Robots autónomos	Definição	São Robôs que se tornam capazes de lidar automaticamente com adversidades enquanto executa uma tarefa desejada

Simulações

Definição São uma **reprodução virtual aproximada de um comportamento, situação ou objeto**. As simulações têm a vantagem de reduzir riscos de falhas, uma vez que é possível de uma forma simples e barata comparar e verificar o comportamento das variáveis, sem que o sistema real seja comprometido, sendo assim possível estudar diversos cenários. As simulações podem ser utilizadas em 3 cenários: Uma simulação pode ajudar a compreender os princípios de funcionamento de um sistema; uma simulação pode também facilitar o processo de tomada de decisão; em último lugar, pode ser utilizada para resolver problemas de uma linha de produção

Exemplo Exemplo disso é a utilização desta tecnologia numa **fase de definição do projeto**, onde é necessário **escolher as formas de implementação para as fases individuais do projeto**. Este caso pratico concluiu que com a **opção de “experimental” várias formas de implementação, e aplicar a que melhor se adequa, antes que o projeto seja iniciado (causando elevados custos de alteração), ajuda os stakeholders a habituarem-se ao projeto e a esclarecer dúvidas desde o início do projeto**

Outro exemplo da utilização de simulações é a consideração das mesmas na **fase de controlo da execução do projeto, na análise de risco** em projetos de tecnologias de informação, a melhor maneira de gerir e analisar esse risco é a **imitação de modelos**. O modelo desenvolvido tem o objetivo de **encontrar automaticamente o caminho critico do projeto, tendo em conta as datas, e os tempos, posteriormente o sistema produz distribuições probabilísticas para os caminhos críticos encontrados, analisa-os e representa-os graficamente**. Desta forma é nos fornecida uma representação visual de **alternativas ao comportamento da gestão**. Com este tipo de sistemas é possível **observar a duração do projeto antes da probabilidade dada, e qual a probabilidade do projeto possa ser executada num período específico de tempo**. Desta forma é possível fazer **recomendações e ajustes, de forma a diminuir os impactos de fatores indesejados ao longo do projeto**, e desta forma os resultados sejam os mais próximos dos esperados

Internet Industrial das Coisas (IIoT)	Definição	É uma interação entre o físico com o virtual , esta interação é feita a partir de representações virtuais de objetos endereçáveis , numa estrutura semelhante á internet. Estes objetos tem a possibilidade de serem ligados a informações sobre eles. Através de sensores em tempo real é possível também transmitirem dados sobre o seu estado ou outras informações uteis associadas ao objeto. De uma forma simplificada o principal objetivo de IIoT é que através de sensores seja possível seguir informações uteis e importantes sobre objetos da vida quotidiana, como por exemplo, carros, frigoríficos, estradas, o até mesmo gado. IIoT consiste em ter todos estes objetos ligados á internet
	Exemplo	Melhoramento da eficiência através do agendamento e reagendamento dinâmico de tarefas. A experiência tem em conta eventos que podem perturbar a linha de produção e os respetivos gatilhos de reprogramação em tempo real. A experiência provou também que este sistema de computação é a melhor solução para agendamentos rápidos
Segurança Cibernética	Definição	Segurança cibernética são um conjunto de métodos defensivos utilizados para detetar e defender contra potenciais intrusos , ou seja, ajuda a reduzir o risco de ataque e salvaguardar o software e as informações
Cloud	Definição	É o armazenamento e a possibilidade de aceder a dados e programas através da internet em vez de ter de recorrer ao disco rígido de um computador, ou seja, é a sincronização dos dados e de outras informações na web
	Exemplo	Blockchain sendo um exemplo de <i>cloud</i> , pode ser utilizada para resolver problemas de implementação . A gestão de projeto baseada em cadeias de blocos pode diminuir a corrupção e proteger o projeto contra a manipulação de informação A má gestão de dados pode aumentar em 20% os custos do projeto. É de acrescentar que com a blockchain, através de regulamentos é possível diminuir o custo do projeto

Additive Manufacturing	Definição	É mais conhecido como “impressão 3D”, uma impressão tridimensional , são processos de junção de materiais camada sobre camada. A grande vantagem da impressão 3D é a produção de protótipos, de baixo custo. Com a utilização da rápida produção de protótipos é possível testar e examinar falhas no produto antes que este seja produzido em massa outra grande é a personalização
	Exemplo	AM pode ser útil na fase de conceção e teste , a produção AM permite rapidamente e de forma barata criar um protótipo , que permite as equipas identificar falhas e fazer os ajustes antes da produção em massa, existindo menos desperdícios e prevenindo custos de alteração Por outro lado, pode impactar a fase de calendarização, na medida em que AM pode ajudar em calendarizações mais inconstantes pois este é um tipo de produção que pode ser feito por pedido

Realidade Aumentada	Definição	É uma tecnologia interativa da I4.0. Esta tecnologia permite-nos utilizar a computação gráfica ou texto sobre os objetos em tempo real , ou seja, os utilizadores conseguem ver os objetos virtuais na realidade e manipulá-los em tempo real , para melhorar os processos de tomada de decisão e os procedimentos de trabalho
	Exemplo	Esta tecnologia pode ajudar gestores de projeto na fase de tomada de decisões , bem como no controlo dos horários e do plano . A RA pode ser útil no apoio a conceção do produto, na fase de design, para que atrasos e má qualidade de desenhos seja evitado . Desta forma é possível acelerar o processo de conceção Com RA é possível envolver o cliente, no sentido em que o cliente consegue ir acompanhando visualmente o projeto, diminuindo também futuras alterações, pois o cliente consegue visualizar o produto final

Inteligência Artificial (IA)

Definição	É descrita como uma tecnologia que possibilita simular os processos de inteligência humana através de sistemas informáticos. Para isto ser possível é necessário que estes processos incluam aprendizagem, ou seja, a aquisição de informação e de regras para a utilização de informação, deve incluir também o raciocínio, que é a utilização das regras para chegar a conclusões e ainda autocorreção. IA tem a capacidade de reconhecer padrões, inclinações e intenções que ultrapassam o intelecto humano, ou seja, o ser humano consegue retirar conclusões a partir de um número limitado de dados, as máquinas têm a capacidade de retirar conclusões a partir de milhões ou milhares de milhões de dados. De uma forma resumida e ampla AI é a “capacidade de um sistema para interpretar corretamente os dados externos, para aprender com esses dados e para utilizar essas aprendizagens para atingir objetivos e tarefas específicas através de uma adaptação flexível”
Exemplo	As vantagens de IA aplicam-se às áreas da gestão de projeto em que são utilizadas regras, como por exemplo calendarizações, estimativas de custo, avaliação de riscos e análise de dados IA permite que trabalhos diários como recolha de dados, elaboração de relatórios, tarefas rotineiras sejam eliminadas nas tarefas de um gestor de projeto, libertando os para fazer outras tarefas mais específicas e complexas que acrescentam mais valor De seguida iram ser enumeradas 6 ferramentas de IA, e como as mesmas, podem contribuir para as tarefas de um gestor de projeto: - ChatbotsIt: O ChatbotsIt é útil para fazer perguntas, como por exemplo "O que é urgente? Mostrar em que é que a equipa está a trabalhar?" e "O que está a acontecer neste momento?" - Zivebox: Esta ferramenta é utilizada para determinar a duração do tempo necessário para executar uma tarefa, desta forma é possível analisar a produtividade de cada membro - Rescoper – Permite lidar mais facilmente com as partes monótonas da gestão, mantendo a equipa mais orientada - Clickup - Esta ferramenta ajuda a atribuir tarefas, mostrando qual o melhor membro da equipa para a desempenhar. É responsável pela visualização de atualizações e de notificações. Ajuda a prever prazos que não são cumpridos e a fazer estimativas de tempo para tarefas específicas - Polydone – O principal objetivo desta ferramenta é manter o orçamento e os tempos do projeto - Clarizen – Esta ferramenta ajudar a controlar e a partilhar dados. Por outro lado, permite também que a informação esteja acessível ao pessoal de TI para a tomar decisões com base em requisitos

Apêndice D – Respostas á pergunta 1

Ferramenta	Finalidade	Número de vezes referido
Teams	Comunicação / Organização de canis de discussão por equipa ou tarefa	4
	Partilha de documentação	3
	Gestão de mudança	2
	Reuniões virtuais	2
Outlook / Email	Gestão de agendas	1
	Gestão de tarefas / Backlog	1
Confluence	Documentação / Gestão de documentação	2
	Gestão de qualidade	1
	Gestão de mudança	1
Sharepoint (Microsoft)	Gestão de qualidade	1
	Gestão de mudança	2
	Gestão de Documentação	1
	Gestão de risco	1
	Planeamento	1
	Gestão de tarefas / Backlog	1
Mirrour	Retrospectiva - Comunicação com o cliente	1
Power Point	Entregáveis (Roodmap, matriz Raci)	1
	Gestão de riscos (Pontos de situação - Reuniões ao longo do projeto)	1
	Ponto de situação	1
	Apresentações	1
	Stakeholders	1
Excel	Levantamento de requisitos	1
	Especificações	1
	Gestão de riscos	3
	Gestão financeira / Budgets / Estimativas	3

	Análise de dados	3
	Controlo Financeiro	1
	Controlo de Férias	1
	Criar Orçamentos	2
	Registar horas trabalhadas	2
	Manter listas de verificação do projeto	1
Jira	Estimativas	1
	Gestão do projeto / serviço	3
	Reporting	1
	Issue Management	1
	Workflows	1
Kanban	Organização de trabalho	1
	Visualização do progresso do projeto	1
	Identificação de possíveis gargalos - consequentemente ajuste do plano se necessário	1
Devops	Organização de trabalho	1
	Estimativas de horas por sprint, por tarefa ou por pessoa	1
	Fazer teste e debugs	1
	Progresso das tarefas	1
	Deliverables	1
Project (Microsoft)	Pivot table	1
	Extrair horas	1
	Comparar com orçamentos	1
	Planeamento	1
	Gestão de projeto	1
	Gerir o Cronograma do projeto	2
	Atribuir tarefas	2
	Definir dependências	1
	Acompanhar o projeto	1

PSA	Gestão financeira	1
	Gestão de recursos humanos	1
Ferramenta Interna	Budgeting e estimativas	1
Drive	Gestão de dados / documentação	4
Planner (Microsoft)	Planeamento	2
	Gestão da colaboração entre equipas	1
	Gestão de tarefas / Backlog	2
	Gestão de risco	1
Ansys, SolidWorks, GrabCad, Fusion 360	Simulação (de engenharia) – Definição do âmbito	2
Bitrix24 (CRM)	Gestão de equipas	1
AutoCAD	Desenvolvimento de projetos	1
Cloud	Desenvolvimento de projetos	1
Asana	Gerir o Cronograma do projeto	1
	Atribuir tarefas	1
	Definir dependências	1
	Acompanhar o projeto	1
Slack	Comunicação e colaboração em tempo real	1
	Partilha de documentação	1
	Organização de canais de discussão por equipa ou tarefa	1
Zoom	Reuniões virtuais	1

Apêndice E – Análise de Dados

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Conceção do projeto	1
	Monitorização de Performance e progresso do projeto	2
	Análise de trends	1

	Forecasting	1
	Benkmarket	1
	Tomada de decisões mais informadas	4
	Definir objetivos	1
	Definir prioridades	1
	Estatísticas / Melhoria continua	1
	Dados para a avaliação da realização e progressão dos deliverables do projeto	1
	Identificação de tendências e Padrões	1
	Previsão de Resultados e riscos	2
	Otimização de recursos e processos	1
Vantagens	Tomada de decisões mais informadas	7
	Melhoria da performance, eficiência e produtividade da operação	3
	Melhoria da capacidade de medição de KPIs	2
	Mais valia para o cliente	1
	Dashboards	1
	Transformação de dados em informação	1
	Importante para definir a dimensão de uma equipa de manutenção	1
	Permite compreender grandes quantidades de informação	1
	Identificação de tendências e padrões	1
	Deteção antecipada de problemas	1
Barreiras à utilização / introdução	Dados que justifiquem o arranque do projeto	1
	Arquitetura tecnológica complexa	1
	Exige recursos especializados	1
	Investimento crescente e exponencial	1
	Não tem, já é utilizado transversalmente	4
	Coerência dos dados	1
	Single souce of truth	1
	Investimento necessário em ferramentas	1

	Complexidade	3
	Dependência de dados de qualidade	1
	Custos	2
	Necessidade de habilidades específicas	2
Recomendações	Dados que não estão prontos para serem extraídos	1
	Procura um técnico ou equipa especializada desde o primeiro dia - Capacitar a equipa	3
	Envolver os recursos internos certos para a função, desde cedo	1
	Mais valia para perceber mais sobre os clientes finais	1
	Ter atenção o futuro, ou seja, a forma como expomos os dados	1
	Priorizar a qualidade dos dados	1
	Começar pequeno e ir escalando gradualmente	1
	Manter o foco nos objetivos do projeto	1

Apêndice F - Robots Autônomos

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Tarefas rotineiras	1
	Automatização	1
	Consolidação de dados	1
	Reporting	1
	Teste de software	1
	validar end-to-end dos Softwares de forma rápida	1
	Inspeções e monitorizações	1
	Manutenção preventivas	1
Vantagens	Organização (EX.: Regras de Email)	1
	Acelerar processos	1
	Treino no Algoritmo (se eu disser ao algoritmo para de uma próxima responde isto, ele vai memorizar e aprender)	1
	Rapido ROI (return on investment)	1

	Melhoria da Qualidade e Compliance	1
	Melhoria da satisfação os colaboradores	1
	Baixo down-time / Substitui os humanos, um robot não tira férias (Um robot trabalha 24/7)	2
	Eficiência de Operações	1
	Redução de erros	1
	Análise de dados avançada	2
	Automatização de tarefas repetitivas - Dá-nos mais tempo, para despende noutras tarefas, retirando-nos tarefas monótonas	3
	Simular o utilizador a utilizar a aplicação em diversas possibilidades (Testes de qualidade - uma maior % de testes com qualidade)	1
	Eficiência Operacional	1
	Segurança do Trabalho	1
	Precisão e Consistência	1
	Aumento da Disponibilidade	2
Barreiras à utilização / introdução	Não existe	1
	Se falhar, milhares de pedidos ficam pendentes	1
	Caso houve-se uma falha do robot, alguém teria de dedicar o seu tempo a resolver/corrigir essa falha	1
	As pessoas estão habituadas a um tempo de resposta, se isso não acontecer, pode ser um problema	1
	Custos de licenciamento	1
	Resistência dos recursos quanto à automatização	1
	Custo elevado	3
	Complexidade de integração	2
	Cada vez que uma funcionalidade é alterada tem de haver uma reprogramação	1
	Reparos	1
	Limitações de flexibilidade	1
Recomendações	Pouca receptividade de pessoas (ter cuidado a explicar as mesmas	1
	Dados atualizados	1

	Investimento e desenvolvimento do programa ao longo do tempo	1
	Procura um técnico ou equipa especializada desde o primeiro dia	1
	Envolver os recursos internos certos para a função, desde cedo	1
	Avaliar o ROI	1
	Começar com projetos Piloto	1
	Garantir segurança	1
	Mantermo-nos atualizados sobre as tecnologias	1

Apêndice G - Simulações

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Útil para projetos muito específicos (Coisas mais sensoriais)	1
	Orçamentação e Estimativas	1
	Formação	3
	Toma de decisões	3
	Redução de tempos e custos	1
	Preparar/ testar possíveis resultados	1
	Simular os Layouts do software - Ficar claro para o cliente as funcionalidades	1
	Análise de Risco	1
	Otimização de processos	1
	Planeamento de capacidade	1
	Previsão de desempenho	1
Vantagens	A metodologia Agile já mostra passo a passo (ajuda na gestão de risco)	1
	Dependente do produto, pode ser mais útil para mostrar ao cliente	1
	Abordagem hands-on;	1
	Melhoria contínua em ambiente controlado	1
	Possibilidade de modelação	1
	Reduz o erro	2
	Simulações para testar vários cenários (na fase de execução)	1

	Na fase de análise ser possível simular o software que será implementado. Desta forma, é possível, numa fase inicial, detetar se a análise corresponde ao que o cliente pretende	1
	Análise de cenários Hipotéticos	2
	Tomada de decisão informada	4
	Identificação de riscos e oportunidades	2
	Otimização de Recursos	1
Barreiras à utilização / introdução	Para projetos muito específicos	1
	Depende de parâmetros	1
	Complexidade em recriar a realidade em ambiente controlado	1
	Medição de indicadores para assegurar a fiabilidade da simulação	1
	Know-how muito específico	3
	Por vezes não é possível manusear os layouts	1
	Complexidade	1
	Custo	2
	Limitações de precisão	1
Recomendações	Começar por um caso simples e expandir	1
	Evitar os “grandes casos”	1
	Escolha de pessoal qualificado na área	2
	Escolher bastante bem o software a utilizar	1
	Definir objetivos claros	1
	Utilizar dados de qualidade	2
	Validar e verificar os resultados	1
	Comunique os resultados de forma eficaz	1

Apêndice H - Internet Industrial das Coisas (IIoT)

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde	Monitorização de performance	1
	Acesso a dados em Real-Time	1
	Monitorização remota de ativos	1

considera poder ser útil	Manutenção preditiva	1
	Otimização de processos de produção	1
	Rastreamento	1
Vantagens	Relembrar resposta (EX.: em email)	1
	Pode ser útil	2
	Grande volume de dados em real-time	1
	Gestão centralizada e remota	1
	Interligação entre fatores de produção	1
	Monotorização (em tempo real)	4
	Manutenção preditiva	1
	Otimização de processos	1
	Tomada de decisão informada	2
Barreiras à utilização / introdução	Complexidade técnica	1
	Esforço de manutenção	1
	Custos	4
	Segurança Cibernética	1
	Integração complexa	1
	Privacidade e compliance	1
	Retorno do Investimento	1
Recomendações	Começar por um caso simples e expandir	1
	Evitar os “grandes casos”	1
	Planeamento adequado	2
	Segurança	1
	Parcerias estratégicas	1
	Avaliação continua	1

Apêndice I - Segurança Cibernética

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Nas empresas existem departamentos específicos para estes assuntos - Não é aplicado diretamente	2
	Compliance	1
	Governance e due diligence	1
	Gestão de risco	1
	Mantar/ melhorar a segurança dos SI e das ferramentas utilizadas	1
	Segurança do software - defender contra hackers	1
	Avaliação de riscos de segurança	1
	Implementação de controles de segurança	1
	Treino e consciencialização em segurança	2
Vantagens	Proteção de dados	4
	Testes	1
	Compliance com regras específicas de certos clientes	1
	Compliance com RGPD	1
	Gestão de riscos vários (reputacional, financeiro, etc.)	1
	Gestão de atividades	1
	Durante o projeto manter informação salvaguardada	1
	Segurança entre sistemas	1
	Utilização de Mudança de passwords e medir a robustez da password	1
	Minimização de riscos - Evitam atrasos e custos de danos em caso de ataques	3
	Conformidade regulatória	1
	Confiabilidade e confiança	1
Barreiras à utilização / introdução	Não têm	1
	Garantir que toda a gente esta a par das medidas	1
	A possibilidade de haver pessoas internas ou externas que sabem mais do que a empresa	1
	Elevada complexidade técnica	1

	Pode atrasar a operação tal como está “hoje”	1
	Esforço de manutenção	1
	Gestão de acessos	1
	Outros sistemas terem capacidade e conhecimento de implementação de regras de segurança	1
	Custos	1
	Complexidade	2
	Possíveis impactos na usabilidade	1
	Falhas	1
	Falta de profissionais qualificados	1
Recomendações	Haver sempre investimento das empresas em métodos defensivos	1
	Procura um técnico ou equipa especializada desde o primeiro dia	1
	Abordagem em camadas	1
	Avaliação de riscos de segurança	2
	Treino	1
	Atualização constante	2

Apêndice J - Cloud

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Não vê aplicabilidade desta tecnologia na GP, ou ao nível do PMO	2
	Armazenamento da informação / dados	4
	Ferramentas de controlo de gestão (ex. Azure DevOps)	1
	Back-ups + Ambientalmente mais verde	4
	Atualização para o futuro	1
	Diminuir Custos	1
	Garantir segurança	1
	Colaboração e partilha de documentos (EX.: entre cliente e fornecedor)	2

	Infraestrutura de TI	1
	Recuperação de dados	1
	Ambiente de desenvolvimento e testes	1
Vantagens	Partilha de dados	2
	Desmaterialização da informação	1
	Centralização de dados	1
	Acesso controlado à informação	1
	Segurança do back-up	3
	Acesso rápido a tudo	1
	Informação disponível 24x7	1
	Não é necessário o gestor ter uma equipa para garantir servidores e manutenções	1
	Garante qualidade de software	1
	Forma eficaz de trabalhar em simultâneo / Fácil acesso por todos os colegas de equipa	2
	Escalabilidade	1
	Redução de custos	2
	Acesso remoto	2
	Flexibilidade e agilidade	1
	Segurança e confiabilidade	2
Barreiras à utilização / introdução	Poucas pessoas experientes	1
	Difícil de implementar	1
	Esforço de migração	1
	Confidencialidade e segurança	1
	Poucas ou nenhuma	3
	Clientes que tem desconhecimento de como é segura a Cloud e como pode ajudar a diminuir custos e a garantir performance	1
	Falhas na sincronização	1
	Dependência de conexão à internet	2
	Privacidade e segurança dos dados	1

	Possíveis interrupções do serviço	2
	Compatibilidade e Interoperabilidade	1
Recomendações	Ligar o tema da segurança cibernética	1
	Começar por um caso simples e expandir	1
	Evitar os “grandes casos”	1
	Avaliação de necessidades	2
	Segurança	1
	Backup e Recuperação de Dados	1
	Monitoramento	1

Apêndice K - Additive Manufacturing

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Para produto é útil	1
	Provas de conceito	1
	Prototipagem rápida	3
	Coaching	1
	Desenvolvimento tecnológico / formação	2
	Produção de Peças Personalizadas	1
	Componentes de Baixo Volume e Alta Complexidade	1
	Produção de Pequenas Séries de Produção	1
Vantagens	Mais económico	1
	Demonstração visual - Maquete - Algo palpável	2
	Passagem rápida da ideia à conceção	1
	Liberdade para criar	1
	Redução de custo	1
	Mais verde	1
	Menor Lead Time	1
	Design Complexo e Personalizado	1

	Prototipagem Rápida e Iterativa	2
	Redução de Desperdício de Material	1
	Produção Sob Demanda	1
	Flexibilidade e Personalização	1
Barreiras à utilização / introdução	Áreas mais específicas	1
	Custo associado / Equipamento raro / custo inicial elevado	6
	Preço dos equipamentos e know-how do processo muito parco	1
	Limitações de tamanho e material	1
	Tempo de produção	1
	Acabamento e qualidade superficial	1
Recomendações	Começar por um caso simples e expandir	1
	Evitar os “grandes casos”	1
	Escolha de pessoal qualificado na área	3
	Avaliação da viabilidade	1
	Seleção da tecnologia adequada	1
	Gestão de custos	2
	Integração com processos existentes	1

Apêndice L - Realidade Aumentada

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Útil para produto / produto fabril	2
	Formação	4
	Reporting	1
	Visualização de projetos em 3D	2
	Suporte á manutenção	1
	Visualização de dados e informação	1
	Apresentação e demonstração de produtos	2
Vantagens	Poupar dinheiro e tempo / Redução de custos	2

	O cliente pode ter o feeling / experiência do cliente melhorada	3
	Melhor visualização da informação	1
	Contextualizar a informação	1
	Permite formação à distância	1
	Segurança	1
	Proteção de dados	1
	Visualização contextual	1
	Melhoria da comunicação	1
	Treino interativo	2
	Melhoria da eficiência operacional	1
Barreiras à utilização / introdução	Muito custo para a tarefa que é (planeamento) – Custo benefício	3
	Tecnologia rara	1
	Tempo de implementação	1
	Escalabilidade	1
	Pouco conhecimento/ pessoas com conhecimento disponíveis	1
	Custo de implementação	2
	Complexidade de desenvolvimento	1
	Dependência de hardware	1
	Experiência do utilizador limitada	1
Recomendações	Procura um técnico ou equipa especializada desde o primeiro dia	2
	Começar por um caso simples e expandir	1
	Evitar os “grandes casos”	1
	Identificação de casos de uso relevantes	2
	Avaliação da viabilidade técnica e económica	1
	Testes e validação	1
	Treinar a equipa	2

Apêndice M - Inteligência Artificial (IA)

Perguntas	Respostas	Número de vezes referidos
Indique para que funções utiliza a tecnologia referida ou onde considera poder ser útil	Coisas simples - Emails / Apoio a tarefas administrativas	2
	Reporting	3
	Forecasting	1
	Gestão de capacidade	1
	Análise de dados e insights	1
	Previsão e modelagem	1
	Automatização de tarefas repetitivas	2
	Assistência virtual e chatbots	1
	Gestão de recursos e da agenda	2
Vantagens	Diminuir o número de pessoas alocados a um projeto	1
	Poupar tempo - Redução do tempo investido em tarefas administrativas, criação de documentos, elaboração de minutas de reuniões	2
	O algoritmo aprende	1
	Sempre disponível - 24/7	1
	Trabalhar com um volume maior de dados	1
	Informar a decisão	1
	Níveis mais profundos de análise	1
	Informação mais acessível	1
	Análise de dados / Informação	1
	Ferramentas de apoio instantâneas	1
	Maior rapidez na entrega	1
	Apresentações	1
	Análise avançada de dados	1
	Automatização de tarefas repetitivas	2
	Melhoria da precisão e eficiência	1
	Previsão e antecipação de problemas	1
	Assistência virtual e suporte ao cliente	1

Barreiras à utilização / introdução	Noção mínima do que procuramos (Podemos deixar passar informações erradas)	1
	Custos de investimento	3
	Muito caminho a percorrer / Numa fase muito inicial	2
	Elevada complexidade técnica	1
	Equipamento raro	1
	ROI incerto	1
	Erros no algoritmo	1
	Necessário cuidado para saber usar IA	1
	Custos de utilização/ licenciamento	1
	Complexidade de implementação	2
	Dependência de dados de qualidade	1
	Riscos de privacidade e segurança	1
	Limitações de interpretação e contexto	1
Recomendações	Informações confidenciais do cliente não pode ser colocada em sites públicos	1
	Adaptação	1
	Pouca legislação	1
	Falsas notícias, que possam parecer verdadeiras	1
	Procura um técnico ou equipa especializada desde o primeiro dia;	1
	Começar por um caso simples e expandir	1
	Evitar os “grandes casos”	1
	Identificação de casos de uso relevantes	2
	Avaliação de viabilidade técnica e econômica	1
	Transparência e ética	2
	Monitorização e aprendizagem contínua	1