



Universidades Lusíada

Gomes, Lucas Santos

Os impactos da indústria 4.0 na gestão de projetos : uma revisão sistemática de literatura

<http://hdl.handle.net/11067/7940>

Metadata

Issue Date 2024

Abstract Com as transformações tecnológicas promovidas pela Indústria 4.0 para melhorar os resultados organizacionais, torna-se essencial explorar como é que estas tecnologias e ferramentas contribuem para a melhoria da Gestão de Projetos. O objetivo principal desta dissertação é compreender quais os principais impactos das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na melhoria da Gestão de Projetos. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura, utilizando uma abordagem metodológica mis...

With the technological transformations promoted by Industry 4.0 to improve organizational results, it is essential to explore how these technologies and tools contribute to Project Management improvement. The main objective of this dissertation is to understand the main impacts of Industry 4.0 technologies and tools on improving Project Management. To this end, a Systematic Literature Review was carried out, using a mixed methodological approach, combining an inductive research approach, the nat...

Keywords Gestão de projetos, Indústria 4.0, Inovação Tecnológica - Gestão, Vantagem Competitiva

Type masterThesis

Peer Reviewed no

Collections [ULF-FET] Dissertações

This page was automatically generated in 2025-04-10T05:58:28Z with information provided by the Repository



UNIVERSIDADE LUSÍADA
VILA NOVA DE FAMALICÃO

**OS IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NA GESTÃO DE PROJETOS:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

Lucas Santos Gomes

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão
Industrial

Vila Nova de Famalicão – julho 2024



UNIVERSIDADE LUSÍADA
VILA NOVA DE FAMALICÃO

**OS IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NA GESTÃO DE PROJETOS:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

Lucas Santos Gomes

Orientador: Professora Doutora Ana Cristina Ferreira

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão
Industrial

Agradecimentos

Apesar das adversidades enfrentadas ao longo do caminho, sinto-me mais preparado para o futuro. Mesmo com minha experiência profissional, vejo cada vez mais claramente a importância do aperfeiçoamento contínuo, combinando teoria e prática, para nos tornarmos melhores profissionais e pessoas em um ambiente cada vez mais dinâmico, onde a diferenciação é essencial para alcançar os melhores resultados. Como certa vez disse o Professor Doutor Manuel Ferreira Rebelo, continuar a estudar é fundamental para quem deseja manter-se atualizado, pois o conhecimento avança rapidamente e não espera, temos que ir buscá-lo.

Gostaria de expressar meus agradecimentos à minha orientadora, Professora Doutora Ana Cristina Ferreira, com quem compartilhei esta empreitada. Seu apoio, diretrizes e experiência foram fundamentais para me conduzir durante todo o processo de elaboração desta dissertação.

Agradeço também aos meus colegas de turma, e professores, com quem pude compartilhar experiências ao longo de todo o período do mestrado.

Aos meus pais e familiares, que mesmo à distância sempre me apoiaram e incentivaram durante todo o período de dedicação aos estudos, deixo meu sincero agradecimento.

À minha querida e amada esposa, Nicaela Gomes, pelo apoio em todos os momentos, incentivando-me a continuar, mesmo diante das adversidades, e pela compreensão nos momentos em que estive ausente para me dedicar aos estudos e à pesquisa, meu mais profundo agradecimento.

Gostaria de agradecer imensamente a todos que contribuíram para que este momento de dedicação à pesquisa sobre um tema que me instiga e mantém minha curiosidade viva fosse possível, mesmo após a conclusão deste mestrado.

A todos, meu muito obrigado.

Resumo

Com as transformações tecnológicas promovidas pela Indústria 4.0 para melhorar os resultados organizacionais, torna-se essencial explorar como é que estas tecnologias e ferramentas contribuem para a melhoria da Gestão de Projetos.

O objetivo principal desta dissertação é compreender quais os principais impactos das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na melhoria da Gestão de Projetos. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura, utilizando uma abordagem metodológica mista, combinando uma abordagem de investigação indutiva, a natureza de investigação exploratória e a teoria fundamentada como estratégia de investigação. Através da análise da literatura, foi possível verificar que a aplicação das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 impactam e geram melhorias na Gestão de Projetos.

Em relação às tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 aplicadas para a melhoria dos resultados na Gestão de Projetos, a Inteligência Artificial emergiu como uma das principais tecnologias aplicadas. Entre os principais impactos e melhorias proporcionados pela integração dessas tecnologias na Gestão de Projetos, destaca-se a melhoria no processo de tomada de decisão. Com base nos resultados da aplicação e implementação da Revisão Sistemática da Literatura, foi elaborada uma matriz de correlação entre as tecnologias/ferramentas da Indústria 4.0 e os impactos/melhorias gerados na Gestão de Projetos. Adicionalmente, foi também proposto um modelo de integração da Indústria 4.0 e a Gestão de Projetos com base nos princípios da melhoria contínua.

Os resultados do processo de investigação são relevantes para investigadores, organizações, gestores de projetos e as respetivas equipas que pretendam melhorar a Gestão de Projetos nesta nova etapa da Revolução Industrial. Com base na análise de conteúdo crítica à literatura, foi verificada a necessidade da melhoria do processo de formação dos atuais e futuros gestores de projetos, dando maior ênfase, durante o seu processo formativo, à utilização das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 para melhorar a Gestão de Projetos.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Gestão de Projetos; Gestão Tecnológica; 4ª Revolução Industrial; Transformação Digital; Vantagem Competitiva.

Abstract

With the technological transformations promoted by Industry 4.0 to improve organizational results, it is essential to explore how these technologies and tools contribute to Project Management improvement.

The main objective of this dissertation is to understand the main impacts of Industry 4.0 technologies and tools on improving Project Management. To this end, a Systematic Literature Review was carried out, using a mixed methodological approach, combining an inductive research approach, the nature of exploratory research and grounded theory as a research strategy. Through the analysis of the literature, it was possible to verify that the application of Industry 4.0 technologies and tools has an impact and generates improvements in Project Management.

With regard to the technologies and tools of Industry 4.0 applied to improve results in Project Management, Artificial Intelligence emerged as the main technology used. Among the main impacts and improvements brought about by the integration of these technologies in Project Management, the improvement in the decision-making process stands out. Based on the results obtained through the application and implementation of the Systematic Literature Review, a correlation matrix was drawn up between the technologies/tools of Industry 4.0 and the impacts/improvements generated in Project Management. A model for integrating Industry 4.0 and Project Management was also proposed, taking into account the continuous improvement principals.

The results of the research process are relevant to researchers, organizations, project managers and their teams who wish to improve Project Management in this new stage of the Industrial Revolution. Based on the critical content analysis of the literature, it was also found that there is a need to improve the training process for current and future project managers, placing greater emphasis during their training process on how to use Industry 4.0 technologies and tools to improve project management.

Keywords: Industry 4.0; Project Management; Technology Management; 4th Industrial Revolution; Digital Transformation; Competitive Advantage.

Índice geral

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract.....	v
Índice geral	vi
Índice de figuras	viii
Índice de tabelas	ix
Lista de siglas, abreviaturas e acrónimos	x
Glossário de termos	xi
Capítulo 1 – Introdução	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Motivação.....	2
1.3 Objetivos e pergunta de investigação.....	3
1.4 Relevância e atualidade do tema	5
1.5 Metodologia da investigação	6
1.6 Estrutura do documento	8
Capítulo 2 – Parametrização do estudo	10
2.1 Planeamento da RSL	10
2.2 Implementação da RSL	12
2.3 Meta-análise dos resultados de pesquisa.....	15
2.3.1 Análise do período de publicação	15
2.3.2 Análise do número de citações.....	16
2.3.3 Análise dos países de origem dos estudos.....	18
2.3.4 Análise bibliométrica	18
2.4 Aplicação de análise de conteúdo	21
Capítulo 3 – Indústria 4.0 e a Gestão de Projetos.....	24
3.1. Indústria 4.0	25
3.1.1 Elementos fundamentais da Indústria 4.0	26
3.1.2 Elementos tecnológicos da Indústria 4.0.....	27

3.1.3 Elementos complementares da Indústria 4.0.....	29
3.2. Gestão de Projetos.....	31
3.2.1 Conceito de gestão	31
3.2.2 Características de projetos.....	32
3.2.3 Abordagens e metodologias da Gestão de Projetos	34
3.2.4 Equipas de Gestão de Projetos	37
3.2.5 Papel do gestor de projetos	38
3.3. Evolução da Indústria 4.0 e da Gestão de Projetos.....	39
Capítulo 4 – Análise de resultados da RSL	43
4.1. Análise da tipologia de estudo	43
4.2. Análise do setor de atividade do estudo.....	44
4.3 Análise do impacto da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos.....	45
4.3.1. Relação da Indústria 4.0 e da Gestão de Projetos	45
4.3.2. Identificação das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0.....	49
4.3.2. Identificação dos impactos e melhorias na Gestão de Projetos.....	51
Capítulo 5 – Contributos do estudo	55
5.1. Impactos das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos	55
5.2. Proposta de modelo de integração da Indústria 4.0 e Gestão de Projetos	59
Capítulo 6 – Conclusão e considerações finais	63
6.1. Principais conclusões	63
6.2. Limitações do estudo.....	65
6.3. Sugestão de investigação futura.....	66
Referências bibliográficas	67
Apêndice A – Tabela de bibliografia anotada	78

Índice de figuras

Figura 1 – Fluxograma da abordagem PRISMA na implementação da RSL.....	14
Figura 2 – Número de publicações por ano considerando os documentos validados pela RSL.....	16
Figura 3 – Mapa de análise bibliométrica obtido com o <i>VOSviewer</i> ®, considerando as palavras-chave dos documentos selecionados na RSL sobre a associação da Indústria 4.0 e da Gestão de Projetos.....	20
Figura 4 – Mapa conceptual elaborado para o desenvolvimento do enquadramento teórico.	24
Figura 5 – História das revoluções industriais.	25
Figura 6 – Elementos fundamentais de um sistema CPS.	26
Figura 7 – Elementos formadores da Indústria 4.0. A “casa” da Indústria 4.0.	30
Figura 8 – Etapas dos processos na implementação de projetos.....	34
Figura 9 – Evolução da Gestão de Projetos da primeira à quarta revolução industrial.	39
Figura 10 – As principais influências da quarta revolução industrial na Gestão de Projetos.	41
Figura 11 – Distribuição de documentos por metodologia de desenvolvimento dos documentos RSL.	44
Figura 12 – Distribuição de documentos por setor de atividade.	45
Figura 13 – Distribuição de documentos por classificação de contributo.....	46
Figura 14 – Tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 mais referenciadas nos artigos selecionados.....	49
Figura 15 – Impacto / melhoria das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 à Gestão de Projetos.	52
Figura 16 – Modelo IPIRAC de integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 à Gestão de Projetos.	62

Índice de tabelas

Tabela 1 – Termos e respetivas definições.	xi
Tabela 2 – Parâmetros de procura de documentos científicos na plataforma de consulta selecionada.....	11
Tabela 3 – Critérios de exclusão de documentos científicos pesquisados.....	12
Tabela 4 – Análise do número de citações dos 10 documentos mais citados.	17
Tabela 5 – Análise dos países de origem dos estudos considerados na RSL.	18
Tabela 6 – Palavras-chave com maior ocorrência nos documentos selecionados na RSL.	19
Tabela 7 – Lista de campos para a construção da tabela de bibliografia anotada.	22
Tabela 8 – Classificação do contributo do documento científico selecionado para a investigação.	23
Tabela 9 – Identificação dos contributos das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos com base na RSL.	48
Tabela 10 – Descrição dos impactos/melhorias identificadas na literatura.	51
Tabela 11 – Matriz de correlação entre as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 e os impactos/melhorias na Gestão de Projetos.	57
Tabela 12 – Bibliografia anotada decorrente da implementação do processo de RSL .	78

Lista de siglas, abreviaturas e acrónimos

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AI	<i>Artificial Intelligence</i>
AM	<i>Additive Manufacturing</i>
BI	<i>Business Intelligence</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CPM	<i>Critical Path Method</i>
CPS	<i>Cyber-Physical System</i>
DSDM	<i>Dynamic Systems Development Method</i>
DUPL	Duplicado
GERT	<i>Graphical Evaluation and Review Technique</i>
EVM	<i>Earned Value Management</i>
IoS	<i>Internet of Services</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
M2M	<i>Machine to Machine</i>
NRTP	Não Relacionado com o Tema da Pesquisa
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews</i>
QR	<i>Quick Response</i>
RA	Realidade Aumentada
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
RV	Realidade Virtual
SATC	Sem Acesso ao Texto Completo
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
XP	<i>Extreme Programming</i>

Glossário de termos

Tabela 1 – Termos e respetivas definições.

Termos	Definições	Exemplos e comentários
Big data	- É a área do conhecimento que estuda como tratar, analisar e obter informações a partir de conjuntos de dados muito grandes (Wikipédia, 2024a).	---
Blockchain	- É uma tecnologia de registo distribuído que visa a descentralização como medida de segurança (Wikipédia, 2024b).	---
Building Information Modeling (BIM)	- É a base da transformação digital, representando um processo holístico de criação e gestão de informações. É baseado num modelo inteligente e suportado por uma plataforma na nuvem.	Nota: Muito aplicado no setor da construção.
Ciclo de vida do projeto	Uma série de fases pelas quais um projeto passa desde o seu início até à sua conclusão (PMI, 2021).	---
Cliente	- Pessoa ou organização que poderia receber ou de facto recebe um produto ou serviço que se destina a, ou é requerido por essa pessoa ou organização (IPQ, 2015).	Exemplo: Consumidor, cliente, utilizador final, retalhista, recetor do produto ou serviço proveniente de um processo interno, beneficiário e comprador (IPQ, 2015).
Determinação	- Atividade que visa identificar uma ou mais características e os seus valores característicos (IPQ, 2015).	---
Indústria 5.0	- É uma nova proposta de revolução industrial que objetiva criar novas redes, relações e alianças, que incluem seres humanos e não humanos (Kaasinen et al., 2022).	---
Kanban	- É um termo de origem japonesa e significa literalmente "cartão" ou "sinalização" (Enciclopédia Significados, 2024).	---
Processo	- Conjunto de atividades inter-relacionadas que utiliza entradas para disponibilizar um resultado pretendido (IPQ, 2015).	---
Produto	- Um item produzido, quantificável e que pode ser um item final ou um componente (PMI, 2021). - Saída de uma organização que pode ser produzida sem que qualquer transação tenha lugar entre a organização e o cliente (IPQ, 2015).	Nota: A produção de um produto realiza-se sem que qualquer transação tenha necessariamente lugar entre o fornecedor e o cliente, mas pode frequentemente envolver este elemento serviço após a entrega ao cliente (IPQ, 2015).

Termos	Definições	Exemplos e comentários
Projeto	- Processo único que consiste num conjunto de atividades coordenadas e controladas, com datas de início e de fim, realizadas para atingir um objetivo em conformidade com requisitos específicos, incluindo restrições de tempo, custos e recursos (IPQ, 2015).	---
Monitorização	- Determinação do estado de um sistema, de um processo, de um produto, de um serviço ou de uma atividade (IPQ, 2015).	---
Objetivos	- Resultado a atingir (IPQ, 2015).	Nota 1: Um objetivo pode ser estratégico, tático ou operacional (IPQ, 2015). Nota 2: Os objetivos podem referir-se a diferentes disciplinas (como objetivos financeiros, de saúde e segurança e ambientais) e podem ser aplicados a diferentes níveis (como estratégico, a nível da organização, de projeto, de produto e de processo) (IPQ, 2015).
Organização	- Pessoa ou conjunto de pessoas que tem as suas próprias funções com responsabilidades, autoridades e relações para atingir os seus objetivos (IPQ, 2015).	---
Requisito	- Necessidade ou expectativa expressa, geralmente implícita ou obrigatória (IPQ, 2015).	Nota: Um requisito especificado é um requisito que é expresso, por exemplo em informação documentada (IPQ, 2015).
Saída	- Resultado de um processo (IPQ, 2015).	---
Serviço	- Saída de uma organização em que pelo menos uma atividade é necessariamente desempenhada entre a organização e o cliente (IPQ, 2015).	---
Sistema	- Conjunto de elementos interrelacionados (IPQ, 2015).	---
Stakeholders (Partes interessadas)	- Pessoas, grupos ou organizações que possam afetar, ser afetados ou sentir-se afetados por uma decisão, atividade ou resultado de um projeto, programa ou portefólio (PMI, 2021).	Nota: As partes interessadas também influenciam direta ou indiretamente um projeto, seu desempenho ou resultado de forma positiva ou negativa.

Capítulo 1 – Introdução

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial com o propósito de analisar os impactos da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos, através de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Neste capítulo é realizada uma introdução ao tema e aos tópicos abordados na dissertação, apresentando a contextualização, motivação, objetivos, relevância e atualidade do tema, assim como a metodologia de investigação e estrutura do documento.

1.1 Contextualização

Segundo Bierwolf et al. (2017), a Gestão de Projetos tem evoluído continuamente ao longo dos anos, principalmente na sequência das diversas revoluções industriais e, por isso, torna-se importante discutir como melhor desenvolver o trabalho dos que atuam na área de Gestão de Projetos, procurando o equilíbrio entre os modelos e ferramentas, as experiências industriais e as novas tendências tecnológicas.

Para Ribeiro et al. (2021), a Gestão de Projetos enfrenta um ambiente dinâmico e complexo, principalmente devido às transformações trazidas pela Indústria 4.0, o que exige dos gestores de projetos uma atuação mais ativa e o desenvolvimento de novas competências técnicas e comportamentais. Segundo o autor, a Indústria 4.0 permite transformar a forma como as organizações podem gerir os seus processos e projetos.

Conforme referido por Cerezo-Narváez et al. (2017), a Indústria 4.0 foi construída a partir de pilares como a inovação, automação e digitalização de processos, utilizando novas tecnologias, sem esquecer que o principal ativo de uma organização são as suas pessoas. A título de exemplo, a *Internet of Things* (IoT) é uma tecnologia que permite a conexão das máquinas, pessoas e dados, integrando sistemas de informação para facilitar a comunicação entre todos estes elementos, agilizando a tomada de decisão segundo critérios padronizados e eliminando a subjetividade humana.

A revolução digital, caracterizada pela rápida evolução tecnológica, está a transformar profundamente os processos de produção, gestão e operações em várias indústrias em todo o mundo. Essa transformação, frequentemente referida como a Indústria 4.0, é uma abordagem inovadora que procura integrar tecnologias como IoT, *Artificial Intelligence* (AI), *Big data*, realidade aumentada e computação em nuvem, nas mais diversas áreas de conhecimento e setores (Cerezo-Narváez et al., 2017).

A Indústria 4.0 representa uma mudança paradigmática na forma como as empresas operam e gerem projetos, tendo o potencial de melhorar a eficiência dos processos e criar produtos e serviços altamente personalizados.

Em paralelo, a Gestão de Projetos é uma disciplina crítica em organizações de todas as dimensões e setores de atividade. A eficácia da Gestão de Projetos tem um impacto direto na capacidade de as organizações atingirem os seus objetivos estratégicos, inovarem e se manterem competitivas num ambiente de negócio em constante mudança. À medida que a Indústria 4.0 ganha impulso, a Gestão de Projetos também passa por uma transformação significativa, visto que, novas ferramentas, métodos e abordagens estão a surgir para enfrentar os desafios emergentes e aproveitar as oportunidades apresentadas pela digitalização e automatização proporcionadas pela Indústria 4.0.

1.2 Motivação

Embora a Gestão de Projetos seja responsável por implementar e entregar resultados em diferentes setores da indústria, estes resultados são suportados em conhecimento e/ou produtos/serviços altamente alinhados com as mais recentes tecnologias, o que constitui o foco da Gestão de Projetos. Em algumas organizações, a Gestão de Projetos corresponde a um processo altamente burocrático, pouco inovador e com reduzida integração tecnológica. Nesses contextos, é visível que a Gestão de Projetos incorre em atrasos, ou seja, existe um desfasamento entre o planeamento e a realidade. Este aspeto é muitas vezes prejudicial, não só para o desempenho dos projetos, mas principalmente para a imagem da Gestão de Projetos dentro e/ou fora das organizações.

Desta forma, as transformações propostas pela Indústria 4.0 na área de Gestão de Projetos, são a principal motivação para este estudo. Outro aspeto motivador para a realização desta dissertação passa pela atualidade dos temas abordados, principalmente no que se refere à Indústria 4.0.

Com base numa revisão preliminar da literatura, foi possível analisar que a quarta era da revolução industrial trouxe consigo inúmeras transformações tecnológicas. Estas contribuem não só para o desenvolvimento de novos projetos relacionados com a automação e digitalização dos processos, como também para desenvolver e aprimorar as atividades relacionadas com a Gestão de Projetos, das mais variadas formas, nas suas diversas vertentes e setores de atividade.

Tais transformações necessitam de: conhecimento das tecnologias e ferramentas disponibilizadas pela Indústria 4.0; formação e capacitação dos profissionais que atuam na gestão e execução dos projetos; e do desenvolvimento de processos de gestão mais dinâmicos e integrados com as novas tecnologias. Importa ainda considerar o investimento por parte das empresas nas suas estruturas e infraestruturas, de forma a garantir que a Indústria 4.0 promova impactos positivos na Gestão de Projetos, e que os resultados propostos sejam alcançados na sua plenitude.

Através do desenvolvimento da presente dissertação, pretende-se pesquisar e analisar as fontes de conhecimento bibliográfico, através de uma RSL, para entender, conhecer e aprofundar a relevância científica da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos.

Assim, um dos principais focos do estudo é identificar os aspetos mais reconhecidos pelos investigadores e profissionais da área de Gestão de Projetos, dentro desta nova ótica disruptiva e tecnológica proposta pela Indústria 4.0. Em suma, através desta dissertação, pretende-se criar um referencial atual e fundamentado em publicações de relevância científica para início/continuidade da pesquisa.

1.3 Objetivos e pergunta de investigação

Uma vez que a Indústria 4.0 é caracterizada pela integração de tecnologias digitais, automação, recurso à análise de dados nos mais diversos setores de atividade, esses avanços têm implicações significativas na Gestão de Projetos.

O contexto de implementação da Indústria 4.0 exige abordagens de Gestão de Projetos mais flexíveis, como por exemplo, as metodologias ágeis. As metodologias ágeis enfatizam a adaptabilidade e o desenvolvimento iterativo, e estão a tornar-se mais populares na Gestão de Projetos, sobretudo, em indústrias dinâmicas e orientadas para a tecnologia.

Desta forma, o principal objetivo da dissertação é a realização de uma RSL sobre a relação da Indústria 4.0 com a Gestão de Projetos. Nesse sentido, foi formulada a seguinte pergunta de investigação:

“Quais os principais impactos das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na melhoria da Gestão de Projetos?”.

Com base na pergunta de investigação formulada, foram identificadas outras subperguntas de investigação, relacionadas com tema e com a metodologia de investigação implementada, e que permitem direcionar o desenvolvimento do estudo:

1. Qual o período de maior produção científica no que concerne à relação entre a Indústria 4.0 e Gestão de Projetos?
2. Quais os documentos mais citados entre os estudos pesquisados e selecionados?
3. Quais os países onde são realizados e publicados mais estudos nesta área de investigação?
4. Quais as palavras-chave mais relevantes na associação da “Indústria 4.0” com a “Gestão de Projetos”?
5. Quais os principais *clusters* bibliométricos obtidos pela agregação das palavras-chave identificadas nos documentos pesquisados e selecionados?
6. Quais as tipologias de estudo mais aplicadas nos documentos científicos selecionados?
7. Quais os principais setores de atividade relacionados aos documentos científicos selecionados?
8. Qual o nível de contributo dos documentos pesquisados e selecionados, no processo de investigação e procura da resposta à principal pergunta de investigação?
9. Quais as principais tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 citadas pelos documentos científicos pesquisados e selecionados?
10. Quais os principais impactos e melhorias na Gestão de Projetos, citados pelos documentos científicos pesquisados e selecionados, obtidos através da aplicação das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0?
11. Quais contributos podem ser identificados e propostos, com base nas respostas obtidas à principal pergunta de investigação, para o desenvolvimento do conhecimento científico relacionado ao tema da pesquisa, quer a nível académico como para as organizações?
12. Que sugestões podem ser fornecidas para pesquisas futuras relacionadas com o tema, de modo a contribuir para o avanço do conhecimento?

Para responder à principal pergunta e às sub-perguntas de investigação, são utilizados os documentos selecionados como a base de dados da pesquisa, provenientes da aplicação do processo de RSL.

1.4 Relevância e atualidade do tema

Nesta secção são apresentados os principais tópicos que justificam a relevância e atualidade do presente tema:

- 1. Transformação digital global:** A Indústria 4.0 faz parte de uma transformação digital global que afeta todas as esferas da sociedade, incluindo a forma como as empresas operam e entregam produtos e/ou serviços. Conforme Baptista & Figueiredo (2017), a transformação digital é definida como a utilização de um conjunto de tecnologias emergentes como meio para gerar novas oportunidades de negócios e melhorar aquelas já existentes. Desta forma, é essencial entender como essas mudanças, provenientes da adoção das novas tecnologias, afetam a Gestão de Projetos;
- 2. Mudança nas práticas de negócios:** A Indústria 4.0 está a transformar as práticas de negócio. Desta forma, as empresas estão à procura de se tornarem mais eficientes, ágeis e orientadas por dados, o que tem implicações diretas na forma como os projetos são concebidos, planeados e executados (Carneiro et al., 2018);
- 3. Competitividade organizacional:** A capacidade de uma organização se adaptar e aproveitar os benefícios provenientes da Indústria 4.0 pode determinar a sua competitividade no mercado. Para Pais & Passos (2023), as tecnologias da Indústria 4.0 têm uma importância significativa no desenvolvimento e agilização dos processos e na competitividade da organização. Assim, empresas que conseguem alinhar os seus procedimentos de Gestão de Projetos com as tecnologias associadas à Indústria 4.0 ganham vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes;
- 4. Desafios e novas oportunidades:** A Indústria 4.0 apresenta tanto desafios como oportunidades para a Gestão de Projetos. A complexidade das tecnologias envolvidas, a necessidade de aprimorar habilidades da força de trabalho e a garantia de segurança cibernética são apenas alguns exemplos de desafios. Por outro lado, a capacidade de automação, a análise avançada de dados e colaboração remota são aspetos que também oferecem oportunidades únicas para melhorar os resultados dos projetos (Dumas et al., 2013);

5. **Crescente procura por profissionais qualificados:** À medida que as organizações procuram adaptar-se à Indústria 4.0, há uma crescente procura por profissionais que compreendam tanto os princípios da Gestão de Projetos quanto as implicações das tecnologias emergentes. De acordo com Lima et al. (2020), as competências esperadas de um gestor de projetos no contexto da Indústria 4.0 baseiam-se na sua capacidade de resolver problemas e desempenhar o papel de agente integrador;
6. **Necessidade de orientação estratégica:** A adoção bem-sucedida da Indústria 4.0 requer uma abordagem estratégica que envolva um planeamento cuidadoso e a tomada de decisões informadas. Segundo Alencar et al. (2022), para alcançar um elevado nível de maturidade na implantação das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 nas organizações, é necessária a reformulação do plano estratégico, procurando a integração de todos os níveis da organização ao modelo proposto pela Indústria 4.0. Desta forma, a Gestão de Projetos desempenha um papel fundamental nesse processo, garantindo que as iniciativas tecnológicas se alinham com os objetivos organizacionais;
7. **Evolução constante:** A Indústria 4.0 é uma área em constante evolução, com novas tecnologias e práticas que evoluem dinamicamente. Portanto, é crucial que uma organização se mantenha atualizada sobre as tendências mais recentes para maximizar os benefícios da Gestão de Projetos (Ivanov et al., 2018).

Dada a rapidez das mudanças no cenário empresarial e tecnológico, a investigação sobre os impactos da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos é essencial para fornecer orientações e *insights* valiosos para os profissionais que procuram progredir neste recente e dinâmico ambiente.

1.5 Metodologia da investigação

Esta dissertação baseia-se numa RSL, a qual consiste em desenvolver um processo de pesquisa reprodutível e sistemático, fazendo uso de fontes de consulta tais como artigos científicos, livros e capítulos de livros, artigos de atas de conferências científicas com revisão por pares, conteúdos de sítios *web* e outras fontes com relevância científica e relacionadas com o tema.

De acordo com Brizola & Fantin (2017), uma proposta de investigação, *i.e.*, uma pesquisa acerca de um determinado tema, pretende desenvolver teorias, estabelecer evidências e resolver problemas. Nesse sentido, é importante que o investigador esteja informado sobre o que a comunidade científica preconiza, considerando todos os estudos publicados num determinado período de tempo. Os resultados desta pesquisa permitem assegurar que o tópico em estudo tem relevância e/ou que é um tema ainda não desenvolvido na sua total profundidade, ou seja, que ainda existe um *gap* na literatura.

Ainda conforme Brizola & Fantin (2017), o processo de revisão da literatura, nada mais é do que a compilação, a junção de ideias de diferentes autores sobre um determinado tema, conseguidas através de leitura, análise e pesquisas realizadas pelo investigador. A RSL corresponde à documentação analisada pelo investigador sobre a pesquisa que se está a propor a fazer. O autor ressalta que o trabalho da revisão RSL requer uma análise crítica de obras sobre a temática, ou seja, ela é uma reflexão efetuada entre o investigador-escritor do trabalho e os autores por ele escolhidos para argumentar sobre o tema, o que resulta num texto analítico e crítico das ideias estudadas.

Por sua vez, para Galvão & Ricarte (2019), a RSL é uma metodologia de investigação, que segue protocolos específicos, e que procura entender um grande arquivo documental, especialmente, verificando o que se aplica e o que não se aplica num dado contexto. De acordo com o autor, a RSL está focada no seu carácter de reprodutibilidade por outros investigadores, apresentando de forma explícita:

- Bases de dados bibliográficas que foram consultadas;
- Estratégias de procura usadas em cada base de dados;
- Processo de seleção e respetivos critérios de inclusão e exclusão.

Deve ainda ser explicado o processo de análise de cada artigo, sendo identificadas as limitações de cada artigo analisado, bem como as limitações da própria revisão, o que constitui um importante documento para a definição do rumo da investigação.

De acordo com Galvão & Pereira (2014), as RSL devem ser abrangentes e não tendenciosas na sua preparação. Para o autor, os critérios adotados são divulgados de modo a que outros investigadores possam repetir o procedimento, sendo que as RSL de boa qualidade são consideradas o melhor nível de evidência para a tomada de decisão.

Para a aplicação da metodologia de investigação escolhida é adotada uma abordagem de investigação indutiva que, de acordo com Saunders et al. (2019), é uma abordagem utilizada quando se deseja explorar um tópico e desenvolver uma explicação teórica à medida que os dados são recolhidos e analisados.

Desta forma, o objetivo na utilização da abordagem indutiva é o de explorar e analisar a literatura de forma mais completa, procurando padrões e conexões entre os assuntos que compõe o tópico de investigação.

Relativamente à natureza de investigação a ser adotada, foram consideradas as naturezas descritiva e exploratória. De acordo com Saunders et al. (2019), a natureza de investigação descritiva tem como objetivo obter um perfil preciso de eventos, pessoas ou situações. Como o principal objetivo de uma RSL é reunir, sintetizar e analisar as evidências disponíveis na literatura sobre um determinado assunto, os estudos descritivos fornecem ao investigador, informações detalhadas sobre características, padrões e relações existentes entre os assuntos que compõem uma determinada pesquisa.

Por sua vez, a natureza de investigação exploratória permite elaborar perguntas de investigação amplas para descobrir o que está a acontecer e obter informações sobre o tópico de interesse, sendo particularmente útil, se o investigador desejar clarificar a sua compreensão sobre uma questão, problema ou fenómeno. Existem várias formas de efetuar uma investigação exploratória, como por exemplo, através da realização de pesquisa bibliográfica ou entrevistas, tendo a investigação exploratória a vantagem de ser flexível e adaptável à mudança (Saunders et al., 2019). Assim, a natureza de investigação exploratória permite ao investigador, consultar e utilizar diferentes fontes de informações e dados disponíveis, de modo a responder à pergunta de investigação definida.

A estratégia de investigação a ser adotada na dissertação proposta é a teoria fundamentada que, segundo Corbin & Strauss (1990), é uma estratégia que procura sistematicamente todas as especificações dos assuntos pesquisados. Desta forma, esta teoria é reproduzível no sentido limitado de que é verificável.

1.6 Estrutura do documento

Esta dissertação está organizada em seis capítulos principais. O primeiro capítulo descreve a importância e o enquadramento do estudo, assim como os objetivos a serem atingidos, a metodologia utilizada e a estrutura do documento (Capítulo 1 – Introdução). No segundo capítulo, são apresentados o planeamento e a implementação da RSL, bem como a meta-análise dos resultados de pesquisa obtidos através da implementação da RSL (Capítulo 2 – Parametrização do Estudo).

No terceiro capítulo, é realizado o enquadramento teórico dos dois principais temas abordados na dissertação: Indústria 4.0 e Gestão de Projetos, por meio da análise de diversas fontes consultadas (Capítulo 3 – Indústria 4.0 e Gestão de Projetos).

No quarto capítulo, é feita a análise dos resultados dos estudos provenientes da RSL, abordando a tipologia, o setor de atividade e o impacto da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos (Capítulo 4 – Análise de Resultados da RSL).

O quinto capítulo apresenta os contributos do estudo para investigadores, gestores de projetos e organizações, correlacionando os impactos das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos, e propondo um modelo de integração da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos (Capítulo 5 – Contributos do Estudo).

No sexto capítulo, são apresentadas as principais conclusões e limitações do estudo realizado, assim como as sugestões para investigações futuras (Capítulo 6 – Conclusão e Considerações Finais).

Capítulo 2 – Parametrização do estudo

Neste capítulo são apresentadas as etapas que foram concretizadas para a implementação da RSL sobre os impactos da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos e a técnica de análise de conteúdo dos documentos selecionados. Em primeiro lugar identifica-se a plataforma de consulta de documentos científicos, a definição das palavras-chave e a estrutura de procura e seleção dos documentos científicos. Seguidamente, apresenta-se a definição dos critérios de seleção considerados, de forma a obter os documentos a serem incluídos na etapa de análise de conteúdo. Neste capítulo também é realizada a análise qualitativa dos documentos selecionados e incluídos no processo da RSL e que permitem a fundamentação da presente investigação.

2.1 Planeamento da RSL

O processo de planeamento da RSL baseou-se na metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews* (PRISMA) que, segundo Page et al. (2021), consiste num conjunto de documentos selecionados para facilitar o processo de elaboração de relatórios de revisão sistemática, de forma a torná-los mais completos e transparentes. Segundo Stefani & Delgado (2021) a utilização da metodologia PRISMA possibilita ao investigador ter foco na estrutura, organização e documentação, para que, o processo de revisão, possa ser fundamentado de forma transparente e que possa ser reproduzido por outros investigadores.

Conforme diagrama de fluxo disponibilizado pela PRISMA (2023), na sua mais recente versão publicada em 2020, são três as etapas que devem ser seguidas para identificação, triagem e seleção dos documentos a integrar na base de dados científica da pesquisa. Esta metodologia sistemática possibilita que outros investigadores, ao repetirem o processo, possuam os registos necessários para obter os mesmos resultados. Desta forma, com base na metodologia PRISMA, foram aplicadas as seguintes etapas para obtenção dos documentos científicos a serem analisados na RSL:

- 1. Identificação:** Nesta etapa definiu-se a plataforma de consulta a ser utilizada para a pesquisa dos documentos científicos e os parâmetros de procura dos documentos na plataforma selecionada. Para realizar a procura dos documentos científicos na plataforma de consulta, foram identificados e definidos os parâmetros da Tabela 2;

Tabela 2 – Parâmetros de procura de documentos científicos na plataforma de consulta selecionada.

Descrição do parâmetro	Atributo	Justificação
Palavras-chave	“Project management” e “Industry 4.0”	Palavras centrais da investigação da dissertação que correspondem às designações das duas áreas de conhecimento que se pretendem relacionar e analisar.
Período de Publicação	Ano de 2013 a 2022	O período de publicação definido foi de 2013, ano este no qual o termo Indústria 4.0 passou a ter projeção mundial, devido a feira de Hanover na Alemanha, até o ano de 2022, ano anterior ao início do levantamento bibliográfico para análise dos documentos, com o objetivo de se garantir a reprodutibilidade da pesquisa.
Estado da publicação	Final	Foram considerados apenas documentos em estado de publicação considerado como final, para evitar mudanças e alterações na base de dados dos documentos selecionados durante o processo de pesquisa.
Área da publicação	Engenharia	A área de publicação selecionada foi a Engenharia por ser a área de estudo do mestrado ao qual será apresentada a presente dissertação.
Tipo de documentos	Todos, exceto: pesquisa breve, notas editoriais e artigos de revisão sistemática	As pesquisas breves não foram consideradas, uma vez que esses documentos podem não conter informação devidamente validada num processo de revisão por pares; Os documentos correspondentes a artigos de revisão sistemática não foram incluídos por se tratarem de fontes de informação em que os seus autores já efetuaram pelo menos uma iteração de análise qualitativa e filtragem de dados.
Língua	Inglês	Por ser a língua mais comumente adotada para elaboração dos documentos científicos e de domínio para análise de conteúdo.

2. Triagem: Esta etapa correspondeu à definição e aplicação dos critérios de inclusão e de exclusão para qualificação dos documentos científicos encontrados na plataforma de consulta e que, posteriormente, foram alvo de análise de conteúdo para exploração do tema.

a) Definição dos critérios de inclusão: Nesta etapa são definidos os critérios de procura e que resultam na realização da triagem dos documentos científicos a serem selecionados e incluídos na base de documentos da pesquisa. Estes critérios foram os mesmos definidos na Tabela 2.

b) Definição dos critérios de exclusão: Nesta etapa, três tipos de critérios de exclusão foram definidos, conforme apresentado na Tabela 3. Foram excluídos documentos duplicados, documentos aos quais não é possível aceder ao texto completo e documentos não relacionados com o tópico.

Tabela 3 – Critérios de exclusão de documentos científicos pesquisados.

Critério de Exclusão	Codificação	Detalhe dos critérios
Duplicado	DUPL	Documentos científicos listados de forma duplicada na plataforma de consulta utilizada. Esta ocorrência pode dever-se ao facto de que algumas publicações serem apresentadas por exemplo em conferência e posteriormente indexadas em <i>Proceeding</i> ou como capítulo de livro.
Sem Acesso ao Texto Completo	SATC	Documentos científicos aos quais não foi possível obter acesso ao texto completo para análise de conteúdo. Estes correspondem sobretudo a documentos inacessíveis mesmo dentro da Biblioteca do Conhecimento <i>Online</i> de acesso das universidades portuguesas (a rede <i>B-on</i>).
Não Relacionado com o Tema da Pesquisa	NRTP	Documentos científicos que após leitura e análise de conteúdo se verificou não possuírem relação com o tema da pesquisa.

Após a estruturação do processo de seleção dos documentos a compor a base de dados da pesquisa, foi implementado o processo de RSL, o qual é apresentado detalhadamente na secção 2.2.

2.2 Implementação da RSL

Antes da execução da consulta dos documentos científicos, o primeiro passo foi definir e seleccionar a plataforma de consulta a ser utilizada para realizar a pesquisa dos documentos científicos. A plataforma de consulta escolhida foi a *Scopus*. De acordo com a informação descrita pela Elsevier (2023), a *Scopus* é uma das maiores e mais abrangentes bases de dados da literatura com revisão por pares, o que proporciona aos investigadores maior confiança nos dados e informações disponibilizadas dos documentos referenciados nesta plataforma de consulta.

Após a definição da plataforma de consulta a ser utilizada, e com base nos parâmetros de procura preestabelecidos e já apresentados na Tabela 2, utilizou-se a funcionalidade “*Scopus Document Search*” para efetuar e estruturar as pesquisas.

Ao elaborar a estrutura de procura dos documentos levou-se em consideração: as palavras-chaves, a delimitação do período das publicações, o estado das publicações na plataforma de consulta *Scopus* e a limitação à pesquisa de documentos na subárea de Engenharia.

Foram incluídos todos os tipos de documento com a exceção de documentos de pesquisas breves, notas editoriais e artigos de revisão sistemática. A pesquisa foi ainda limitada no que diz respeito à língua de redação, para apenas serem apresentadas as publicações em língua inglesa. Assim, a estrutura de procura elaborada e utilizada para obtenção dos documentos na plataforma de consulta *Scopus* resultou na codificação:

TITLE-ABS-KEY ("Project management" AND "Industry 4.0") AND PUBYEAR > 2012 AND PUBYEAR < 2023 AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")) AND (EXCLUDE (DOCTYPE, "sh") OR EXCLUDE (DOCTYPE, "re") OR EXCLUDE (DOCTYPE, "cr")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English"))

Com o objetivo de melhorar a compreensão do processo de pesquisa, é realizada a descrição do significado de cada termo que compõe o código da estrutura de procura elaborada e aplicada na plataforma de consulta *Scopus* para obtenção dos documentos científicos:

- ***TITLE-ABS-KEY ("Project management" AND "Industry 4.0")*** – Procura de documentos que possuam no título, no resumo ou nas palavras-chave os termos: “*Project management*” e “*Industry 4.0*”;
- ***PUBYEAR > 2012 AND PUBYEAR < 2023*** – Seleciona os documentos publicados no período temporal compreendido entre os anos de 2013 e 2022;
- ***(LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final"))*** – Limita a seleção dos documentos apenas com estado de publicação descrita como final na plataforma de consulta *Scopus*;
- ***(LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGINEERING"))*** – Limita a seleção dos documentos contidos na plataforma de consulta à subárea da Engenharia;
- ***(EXCLUDE (DOCTYPE, "sh") OR EXCLUDE (DOCTYPE, "re") OR EXCLUDE (DOCTYPE, "cr"))*** – Exclui do resultado da pesquisa os documentos científicos que são categorizados como: pesquisa breve, e artigos de revisão sistemática em revistas científicas e de conferência;
- ***(LIMIT-TO (LANGUAGE, "English"))*** – Seleciona os documentos publicados na língua inglesa.

Salienta-se que a codificação correspondente aos operadores lógicos AND (E) e OR (OU) refere-se aos elementos de ligação utilizados na estrutura de procura. O operador lógico AND limita os resultados aos itens que contêm todos os elementos

ligados por ele na estrutura de procura. Já o operador lógico OR expande os resultados para incluir itens que contêm pelo menos um dos elementos conectados por ele.

Com base na metodologia PRISMA (2023), foi elaborado o diagrama exibido na Figura 1 para mostrar de forma esquemática as etapas concretizadas.

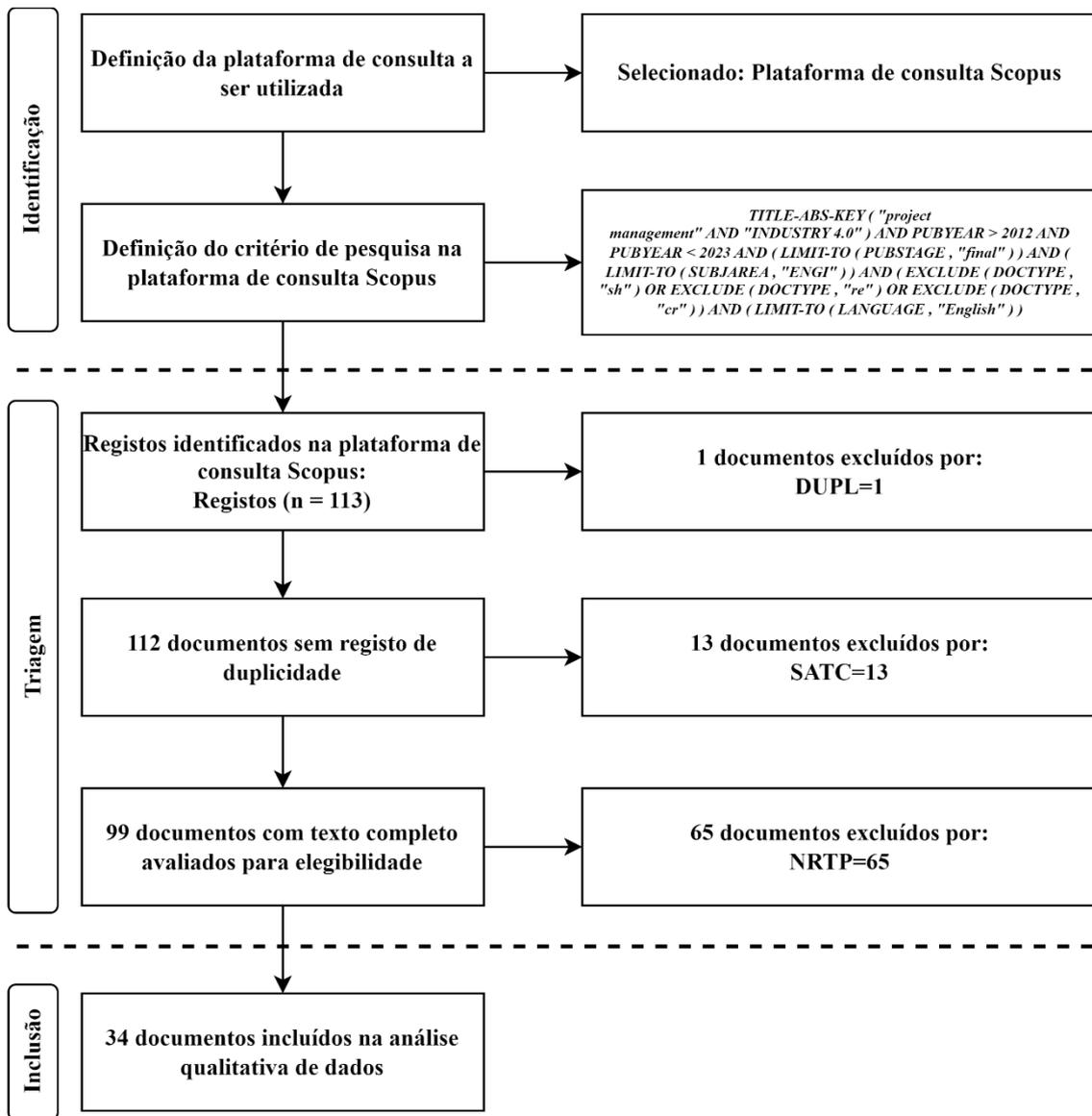


Figura 1 – Fluxograma da abordagem PRISMA na implementação da RSL.

Utilizando os parâmetros de pesquisa foram obtidos 113 documentos científicos como resultado da pesquisa na plataforma de consulta *Scopus*. Com base nestes resultados, iniciou-se o processo de triagem através da análise dos documentos obtidos, tendo em consideração a aplicação dos critérios de exclusão definidos.

Inicialmente foi realizada a verificação de documentos em duplicado, onde através desta verificação foram identificados 2 documentos com o mesmo título e os mesmos autores, publicados em duas conferências distintas no ano de 2021.

Desta forma, 1 dos documentos foi excluído da base de dados de documentos científicos, restando 112 documentos científicos a serem verificados e analisados.

Posteriormente foi realizada a verificação de acesso ao texto completo dos 112 restantes documentos científicos. Foi constatado que era possível aceder ao conteúdo de 99 documentos, sendo que os outros 13 dos documentos foram excluídos da base de dados de documentos científicos da pesquisa.

Após a realização do processo de verificação de acesso ao texto completo dos documentos científicos, foi realizada a leitura dos 99 documentos científicos, a fim de se verificar a relação do conteúdo dos mesmos com o tema da pesquisa. Nesta etapa foram eliminados 65 documentos científicos que não possuíam relação com o tema da pesquisa, restando como resultado desta etapa de triagem 34 documentos a serem incluídos nas etapas de análise qualitativa de dados.

2.3 Meta-análise dos resultados de pesquisa

Nesta secção é apresentada análise dos dados provenientes do processo de implementação da RSL. Foram analisadas as publicações tendo em conta o ano de publicação, o número de citações e os países de origem dos respetivos estudos. Para dar suporte à análise dos dados, foi utilizado o *software VOSviewer® V1.6.18*, que é um *software* para construção e visualização de redes de análise bibliométrica, e que permite gerar os gráficos com a identificação dos *clusters* de informação sobre um dado tópico, com base na ocorrência das mesmas palavras-chave nas diferentes publicações consideradas no refinamento final do processo de RSL (VOSviewer, 2024). A análise apresentada nesta secção refere-se apenas aos 34 documentos validados.

2.3.1 Análise do período de publicação

Na Figura 2 é analisado o número de publicações por ano considerando os documentos selecionados como resultados da RSL. Esta análise tem como objetivo responder à sub-pergunta de investigação:

Qual o período de maior produção científica no que concerne à relação entre a Indústria 4.0 e Gestão de Projetos?

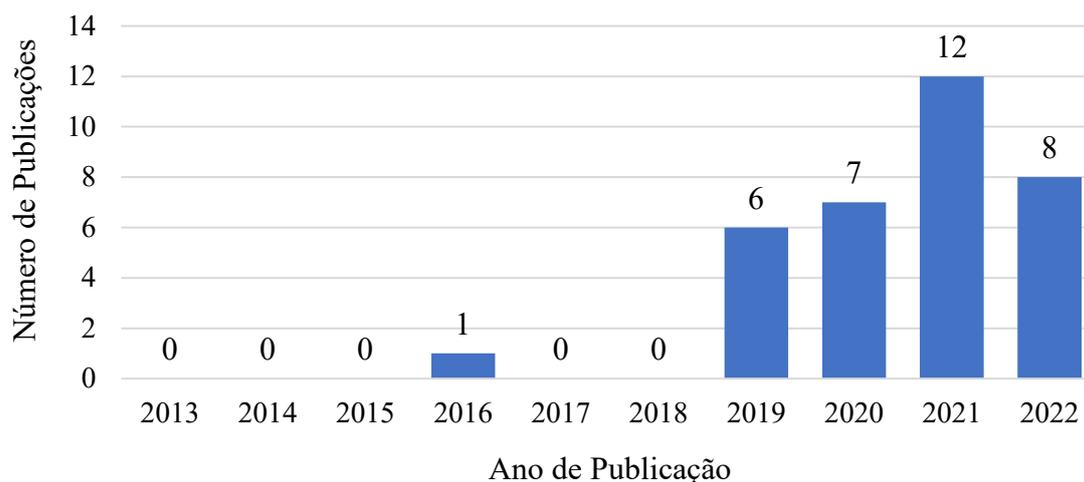


Figura 2 – Número de publicações por ano considerando os documentos validados pela RSL.

Analisando a Figura 2, o maior período de produção científica, considerando os documentos validados pela RSL, é compreendido pelos anos de 2019 e 2022, sendo o pico da produção científica registado no ano de 2021, com 12 publicações neste ano. Um ponto importante a ser salientado é que, somente em 2016, três anos após a Indústria 4.0 ser disseminada e ganhar projeção mundial na feira de Hanover na Alemanha em 2013, se valida o primeiro registo na pesquisa que relaciona a utilização das tecnologias e ferramentas provenientes da Indústria 4.0 na melhoria da Gestão de Projetos. De entre os documentos selecionados, não há evidências de publicações ocorridas nos anos de 2017 e nem 2018 a relacionarem diretamente as duas áreas em estudo.

Vale a pena ressaltar que, durante o processo de análise dos documentos publicados por ano, foi verificado que não existe um autor, ou de conjunto de autores, que possuam uma percentagem cumulativa das publicações que seja destacável.

2.3.2 Análise do número de citações

Na análise dos resultados de pesquisa, um dos aspetos que foi considerado relevante foi a avaliação do número de citações dos documentos validados pela RSL. O objetivo desta análise é responder à sub-pergunta de investigação: *Quais os documentos mais citados entre os estudos pesquisados e selecionados?*

Os resultados desta análise são apresentados na Tabela 4, onde são destacados os 10 documentos selecionados com maior número de citações, no caso, documentos com 12 ou mais citações.

Tabela 4 – Análise do número de citações dos 10 documentos mais citados.

Nº	Autores	Título do documento	Nº Citações
1	Bag et al. (2021)	<i>Key resources for industry 4.0 adoption and its effect on sustainable production and circular economy: An empirical study</i>	204
2	Dallasega et al. (2020)	<i>BIM, augmented and virtual reality empowering lean construction management: A project simulation game</i>	36
3	Yin & Qin (2019)	<i>A smart performance measurement approach for collaborative design in Industry 4.0</i>	32
4	C. Marnewick & Marnewick (2020)	<i>The Demands of Industry 4.0 on Project Teams</i>	31
5	A. L. Marnewick & Marnewick (2020)	<i>The Ability of Project Managers to Implement Industry 4.0-Related Projects</i>	26
6	Hirman et al. (2019)	<i>Project management during the industry 4.0 implementation with risk factor analysis</i>	18
7	Cakmakci (2019)	<i>Interaction in project management approach within industry 4.0</i>	16
8	Kianpour et al. (2021)	<i>Automated job shop scheduling with dynamic processing times and due dates using project management and industry 4.0</i>	15
9	Rane & Narvel (2022)	<i>Data-driven decision making with Blockchain-IoT integrated architecture: a project resource management agility perspective of industry 4.0</i>	15
10	Erp et al. (2021)	<i>Management, Design, and Implementation of Innovation Projects: Towards a Framework for Improving the Level of Automation and Digitalization in Manufacturing Systems</i>	12

O documento com maior número de citações incluído no estudo apresenta 204 citações e corresponde a um estudo empírico sobre os recursos chave para a adoção da Indústria 4.0 e seu efeito na produção sustentável e na economia circular. Os restantes documentos têm um menor número de citações, uma vez que acabam por ser estudos que são aplicados em contextos ou áreas de atuação muito específicos.

Outro aspeto importante a salientar é que os 10 documentos mais citados foram publicados no período compreendido entre o ano de 2019 e o ano de 2022. Tratam-se de publicações relativamente recentes, o que pode estar relacionado com a atualidade do tema e com um possível aumento do interesse por parte de um maior número de investigadores. Considerando a análise do ano de publicação e do número de citações dos documentos científicos relacionados com aplicação das ferramentas e abordagens da Indústria 4.0 na melhoria da Gestão de Projetos, torna-se evidente o crescente interesse neste tópico de investigação.

2.3.3 Análise dos países de origem dos estudos

Na Tabela 5 são analisados os países de origem dos estudos publicados e selecionados no processo de RSL. O objetivo desta análise é responder à sub-pergunta de investigação: *Quais os países onde são realizados e publicados mais estudos nesta área de investigação?*

Tabela 5 – Análise dos países de origem dos estudos considerados na RSL.

País de Origem	Nº Documentos
Índia	4
África do Sul	4
Alemanha	3
Itália	3
Estados Unidos da América	3
Brasil	2
China	2
Polónia	2
Eslováquia	2
Reino Unido	2

Considerando os documentos científicos selecionados no processo de RSL, os dois países de origem com maior número de estudos publicados são a Índia e a África do Sul, ambos com 4 documentos publicados. Embora historicamente a Alemanha tenha cunhado a disseminação da Indústria 4.0, no que se refere à investigação relacionada com impacto das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na melhoria da Gestão de Projetos, este país ocupa a terceira posição, com 3 documentos científicos analisados. Foram também considerados na RSL o mesmo número de documentos científicos com origem na Itália e Estados Unidos da América.

2.3.4 Análise bibliométrica

Com o objetivo de responder à sub-pergunta de investigação: *Quais as palavras-chave mais relevantes na associação da Indústria 4.0 com a Gestão de Projetos?* efetuou-se a contabilização da frequência das palavras-chave dos documentos selecionados no processo de RSL. No sentido de não alterar o sentido interpretativo das diferentes palavras-chave, na Tabela 6 apresenta-se a listagem na língua inglesa. O respetivo número de ocorrências também foi registado.

Tabela 6 – Palavras-chave com maior ocorrência nos documentos selecionados na RSL.

Nº	Palavras-chave	Nº Ocorrências
1	<i>Project management</i>	23
2	<i>Industry 4.0</i>	16
3	<i>Industrial revolutions</i>	5
4	<i>Competition</i>	4
5	<i>Construction industry</i>	4
6	<i>Artificial intelligence</i>	3
7	<i>Human resource management</i>	3
8	<i>Information management</i>	3
9	<i>Risk management</i>	3
10	<i>Software design</i>	3

Das dez palavras-chave com maior número de ocorrência nos documentos selecionados, destacam-se as palavras-chave: “*Project management*” (23 ocorrências); “*Industry 4.0*” (16 ocorrências); e; “*Industrial revolutions*” (5 ocorrências).

A palavra-chave com a quinta maior ocorrência da lista das palavras-chave dos documentos selecionados é “*construction industry*”. Embora a indústria da construção não seja associada automaticamente às mais inovadoras tecnologias nos seus processos de gestão, e, principalmente à Gestão de Projetos, foram encontradas publicações tais como, “*BIM, augmented and virtual reality empowering lean construction management: A project simulation game*”, da autoria de Dallasega et al. (2020), que evidenciam a utilização de tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0. Exemplos dessas tecnologias são a realidade virtual e a realidade aumentada, ambas aplicadas para melhorar a Gestão de Projetos. A publicação “*Conceptual foundations for a new lean BIM-based production system in construction*”, da autoria de Schimanski et al. (2019), aborda o processo de integração de sistemas através da utilização dos recursos da Indústria 4.0 para melhorar o controlo da produção e Gestão de Projetos no setor de construção civil. Estes documentos evidenciam que é um equívoco não associar a indústria da construção às novas tendências de Gestão de Projetos, principalmente, quando se fala na utilização das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 para melhorar a Gestão de Projetos neste setor.

Com recurso ao *software VOSviewer*® gerou-se uma rede de análise bibliométrica com base na ocorrência das palavras-chave das publicações selecionadas no processo da RSL. Uma vez importados dados a partir da *Scopus*, o *VOSviewer*® permite construir redes de palavras-chave para identificar as relações entre os itens bibliográficos (artigos científicos).

Uma das técnicas que se pode aplicar é a identificação de *clusters* (grupos de palavras-chave altamente interconectados) e a análise de centralidade para identificar palavras-chave mais importantes na rede. Na Figura 3 apresenta-se o mapa de análise bibliométrica obtido com o *VOSviewer*® com base nas 35 palavras-chave que têm pelo menos 2 ocorrências nos documentos científicos selecionados na pesquisa. Como se pode verificar, a rede apresenta as palavras-chave associadas a círculos com diferentes diâmetros, o que representa visualmente o número de ocorrência das palavras-chave nos documentos selecionados. Quanto maior o tamanho do círculo associado a uma determinada palavra-chave, maior é o número de ocorrências registado dessa palavra-chave. A distância entre os círculos e as respetivas palavras-chave representam o quanto os documentos que as contém compartilham as mesmas referências. Quanto mais próximo o círculo, mais referências compartilham os documentos que as contém.

Já em relação às linhas entre as palavras-chaves, elas representam as conexões que pelo menos um documento científico explorou em relação as palavras-chave por ela ligadas. Quanto maior a espessura da linha, maior o número de documentos que explora essa relação.

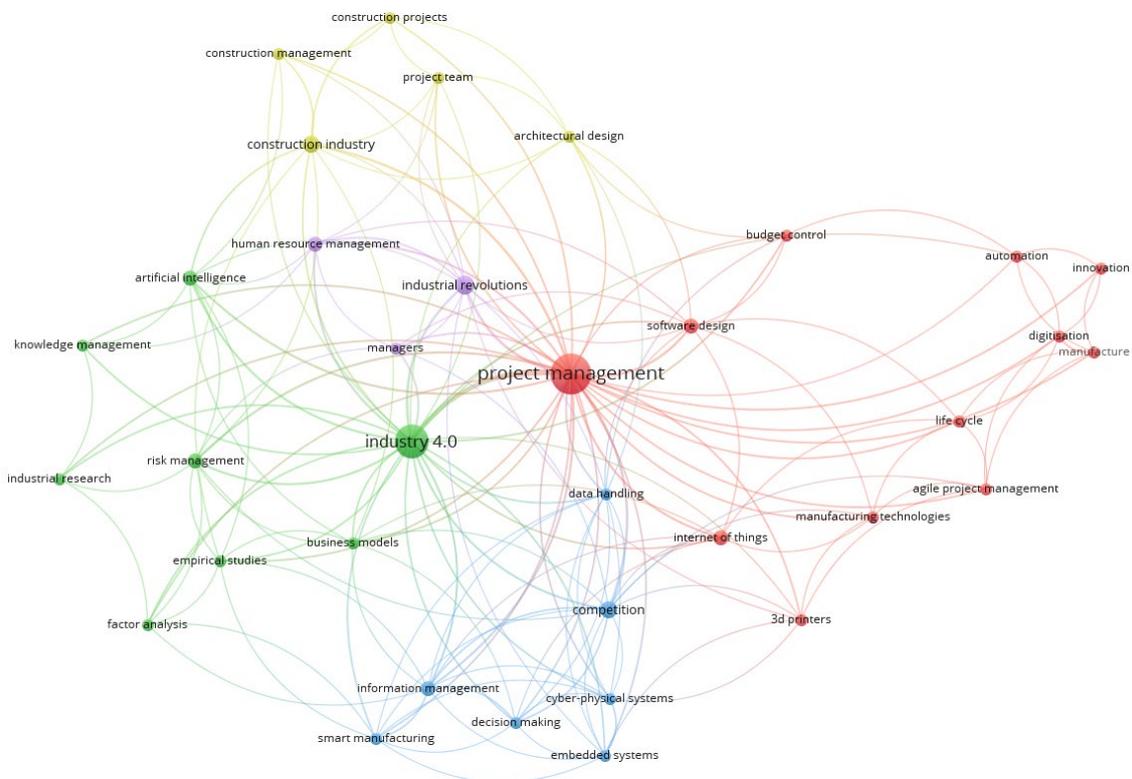


Figura 3 – Mapa de análise bibliométrica obtido com o *VOSviewer*®, considerando as palavras-chave dos documentos selecionados na RSL sobre a associação da Indústria 4.0 e da Gestão de Projetos.

Analisando a Figura 4, pode ser identificada a formação dos seguintes *clusters* de palavras-chave:

- *Cluster 1* (“*Project management*”) - Formado pelas palavras-chave: *Project management, IoT, software design, budget control, 3D printers, manufacturing technologies, agile project management, life cycle, automation, digitisation, manufacture e innovation*;
- *Cluster 2* (“*Industry 4.0*”) - Formado pelas palavras-chave: *Industry 4.0, artificial intelligence, risk management, business model, empirical studies, factor analysis, industrial research e knowledge mangement*;
- *Cluster 3* (“*Competition*”) - Formado pelas palavras-chave: *Competition, information management, smart manufacturing, decision making, embedded systems, cyber-physical systems e data handling*;
- *Cluster 4* (“*Construction industry*”) - Formado pelas palavras-chave: *Construction industry, construction management, construction projects, project team e achitectural design*;
- *Cluster 5* (“*Industrial revolutions*”) - Formado pelas palavras-chave: *Industrial revolutions, human resource management e managers*.

2.4 Aplicação de análise de conteúdo

Para realizar a análise dos documentos selecionados no processo de RSL implementado, foi adotada a técnica de análise de conteúdo. De acordo com Palmeira et al. (2020), análise de conteúdo é uma das técnicas de análise de dados que pode ser aplicada de forma quantitativa, qualitativa ou mista. A origem do uso desta técnica remonta às tentativas iniciais da procura da interpretação dos livros sagrados e outros códigos de comunicação.

Segundo Franco (2005), o ponto de partida da análise de conteúdo é a mensagem, seja ela verbal, escrita, gestual, silenciosa, figurativa, ou documental, que assenta nos pressupostos de uma conceção crítica e dinâmica da linguagem, através de operações de comparação e de classificação para o entendimento das semelhanças e diferenças. De acordo com Hsieh & Shannon (2005), a análise de conteúdo qualitativa é uma das várias técnicas de pesquisa usadas para analisar dados de texto.

Como referido por Creswell (2007), a sua utilização é apropriada quando se deseja explorar um problema ou questão, estudando um grupo ou população com o objetivo de identificar variáveis que podem ser medidas.

Após definir a base de dados de documentos científicos selecionados, os mesmos foram organizados numa folha de cálculo em *Microsoft Excel*, de forma a facilitar a construção de uma tabela de bibliografia anotada, que consiste na organização dos documentos selecionados de acordo com campos (*i.e.*, parâmetros) padronizados (Basso & Pagliarin, 2024). Para Kohls-Santos & Morosini (2021), a bibliografia anotada apresenta o cenário e contexto sobre o material a ser analisado. Por exemplo, quantos documentos foram publicados por região ou por ano, quais as palavras-chave mais recorrentes, entre outros aspetos dos documentos selecionados e que devem ser analisados na procura da resposta à pergunta de investigação definida. Assim, a partir dos dados dos documentos científicos selecionados, foi elaborada uma tabela de bibliografia anotada contendo os campos detalhados na Tabela 7.

Tabela 7 – Lista de campos para a construção da tabela de bibliografia anotada.

Campos	Detalhes dos campos
Título	Refere-se ao título do documento selecionado.
Citação	Refere-se aos autores e ao ano de publicação que constam na plataforma de consulta de documentos científicos utilizada
Palavras-chave	Refere-se às palavras-chave (<i>index keywords</i>) que constam na plataforma de consulta de documentos científicos utilizada.
Metodologia	Refere-se à identificação da metodologia de pesquisa utilizada para confeção do documento científico.
Tipo do Documento	Refere-se ao tipo do documento publicado que constam na plataforma de consulta de documentos científicos utilizada.
Resumo	Refere-se ao resumo do conteúdo do documento científico, sendo redigido pelo investigador.
Tecnologias e Ferramentas da Indústria 4.0	Refere-se às tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 mencionadas no documento científico.
Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Refere-se aos impactos/melhorias geradas na Gestão de Projetos proveniente da adoção de ferramentas e ou tecnologias oriundas da Indústria 4.0.
Setor de Atividade	Refere-se ao setor de atividade onde foi realizado e ou aplicado o processo de investigação descrito no documento científico analisado.
Classificação do Contributo	Refere-se ao contributo do documento para responder à pergunta de investigação atribuído pelo investigador.

Durante o processo de elaboração da tabela de bibliografia anotada, foi realizada a leitura criteriosa dos documentos científicos selecionados, de forma a possibilitar a sua classificação em relação ao seu contributo para a investigação em curso. Nesse sentido, foi considerada e adotada uma escala de classificação dividida em três pontos, definida entre: (1) Baixa, (3) Média e (5) Alta. Na Tabela 8 é descrito cada um dos níveis de classificação estabelecido.

Tabela 8 – Classificação do contributo do documento científico selecionado para a investigação.

Nº	Nível de Classificação	Descrição dos contributos
1	Baixa	Documentos que abordam de forma superficial as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 e o seu impacto na melhoria da Gestão de Projetos, sem detalhes significativos sobre ferramentas ou os benefícios específicos.
3	Média	Documentos que fornecem detalhes sobre como as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 impactam na melhoria da Gestão de Projetos, mas não oferecem uma análise completa dos benefícios da Indústria 4.0 na melhoria da Gestão de Projetos.
5	Alta	Documentos que fornecem detalhes abrangentes sobre como as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 impactam na melhoria da Gestão de Projetos, oferecendo uma análise completa e profunda dos benefícios da Indústria 4.0 na melhoria da Gestão de Projetos.

A consulta dos documentos durante o processo de RSL permitiu uma melhor definição de conceitos, ferramentas, tecnologias associadas à Indústria 4.0, assim como um melhor entendimento das dimensões da Gestão de Projetos. Esta consulta permitiu assim a elaboração do enquadramento teórico apresentado no Capítulo 3.

Com base nas definições efetuadas na Tabela 7 e na Tabela 8, foi construída a tabela de bibliografia anotada apresentada no Apêndice A, de forma a auxiliar o processo de análise de conteúdo. Os resultados da análise de conteúdo dos documentos científicos selecionados e validados no processo de RSL são apresentados no Capítulo 4 da dissertação. Esta análise crítica do conteúdo dos documentos selecionados, corresponde a um dos principais contributos da realização desta dissertação.

Capítulo 3 – Indústria 4.0 e a Gestão de Projetos

No desenvolvimento da presente dissertação, antes da apresentação da análise crítica dos documentos científicos selecionados no processo de RSL, considerou-se indispensável a inclusão de um capítulo de enquadramento teórico sobre os conceitos, técnicas e ferramentas associadas às duas principais áreas de estudo, a Indústria 4.0 e a Gestão de Projetos. Desta forma, neste capítulo é apresentado o enquadramento teórico numa abordagem de teoria fundamentada. Para ajudar no trabalho de desdobramento dos dois tópicos principais de investigação em subtópicos, foi elaborado o mapa conceptual apresentado na Figura 4.

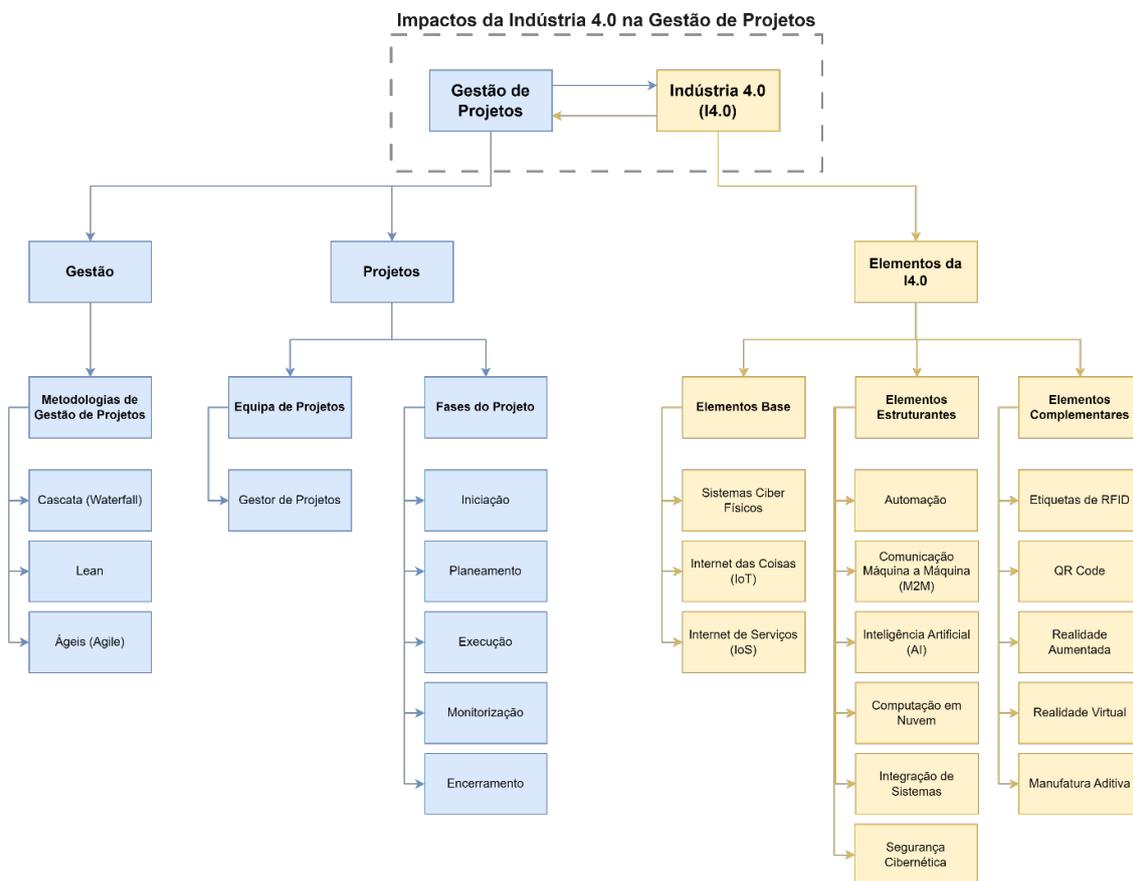


Figura 4 – Mapa conceptual elaborado para o desenvolvimento do enquadramento teórico.

Para Tavares (2007), o mapa conceptual pode ser considerado como um elemento estruturador do conhecimento, permitindo ao investigador mostrar como o conhecimento sobre um determinado assunto está organizado na sua ótica. Através do mapa conceptual é possível visualizar e analisar a profundidade e a extensão dos tópicos ou áreas de conhecimento em estudo.

3.1. Indústria 4.0

Segundo Lasi et al. (2014), desde o início da industrialização, os saltos tecnológicos levaram a mudanças de paradigma que hoje são chamadas de revoluções industriais, sendo elas:

1ª revolução industrial: Campo da mecanização;

2ª revolução industrial: Produção em massa e uso intensivo de energia elétrica;

3ª revolução industrial: Ampla automatização e robotização da indústria;

4ª revolução industrial: Com base na digitalização avançada nas empresas, a combinação de sistemas de informação e comunicação e de tecnologias voltadas para o futuro no campo de objetos "inteligentes".

Na Figura 5 podem ser visualizadas as etapas históricas correspondentes às quatro eras de revolução industrial ocorridas ao longo dos anos.

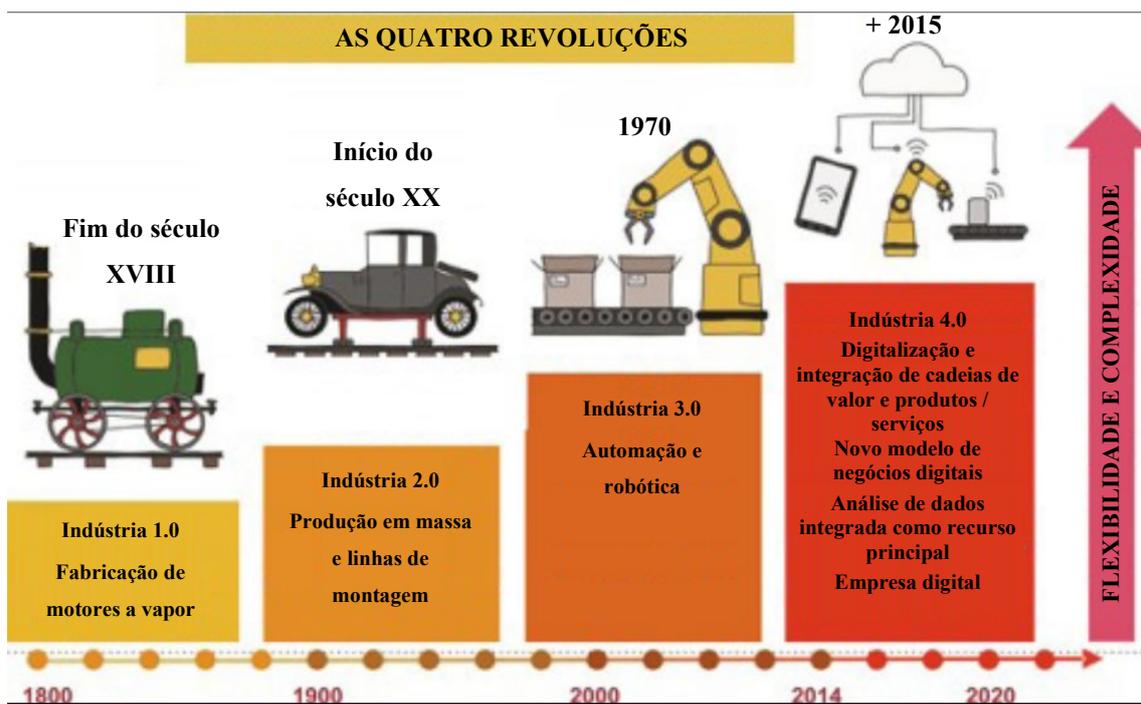


Figura 5 – História das revoluções industriais.

Adaptado de Gokulakrishnaa & Thirunavukkarasu (2023).

Conforme referido por Zhou et al. (2015), o conceito de Indústria 4.0 apareceu pela primeira vez num artigo publicado pelo governo alemão em novembro de 2011, como uma estratégia de alta tecnologia. Em abril de 2013, o termo "Indústria 4.0" apareceu novamente numa feira industrial em Hannover, Alemanha, e rapidamente se tornou a estratégia nacional adotada pela indústria alemã.

Segundo Schwab (2016), a 4ª revolução industrial não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. Este defende que o âmbito da Indústria 4.0 é muito mais amplo, desde novas descobertas que ocorrem em áreas como o sequenciamento genético e a nanotecnologia, passando pelas energias renováveis e até à computação quântica. O que torna a 4ª revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores, é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos.

Para Sacomano et al. (2018), a Indústria 4.0 assenta na integração de tecnologias de informação e comunicação que permitem alcançar novos patamares de produtividade, flexibilidade, qualidade e gestão, possibilitando a geração de novas estratégias e modelos de negócios para a indústria, sendo por isso considerada a 4ª revolução industrial ou o quarto paradigma de produção industrial. No estudo realizado por Sacomano et al. (2018), é apresentada uma proposta de classificação dos elementos formadores da Indústria 4.0 para facilitar a compreensão da sua amplitude.

3.1.1 Elementos fundamentais da Indústria 4.0

Os elementos base ou fundamentais representam a base tecnológica fundamental sobre a qual o próprio conceito de Indústria 4.0 se apoia, e sem os quais não poderiam existir (Sacomano et al., 2018):

- **Sistemas ciberfísicos (*Cyber-Physical System* – CPS):** Conforme se verifica na Figura 6, os CPS são sistemas mecatrónicos compostos por sensores e atuadores, controlados por *software* e que monitorizam dados, supervisionam e controlam processos industriais mecânicos, químicos, térmicos ou eléctricos, sendo que os dados são comunicados em tempo real ao ambiente virtual que os representa em interfaces gráficas consideradas *user friendly*, como se fossem um “gémeo digital” do mundo físico (Sacomano et al., 2018);



Figura 6 – Elementos fundamentais de um sistema CPS.
(Sacomano et al., 2018).

- **Tecnologia IoT:** Enquanto na *internet* convencional os agentes emissor e recetor da comunicação são seres humanos, nos sistemas IoT emissor e/ou recetor são dispositivos que utilizam a *internet* como um canal de comunicação. Por exemplo, um sensor de temperatura que capta a temperatura de determinado ponto de inspeção em um forno industrial, e transmite este valor de temperatura pela *internet* para uma central. Este exemplo pode ser considerado uma aplicação de IoT, pois esta central poderia ser acedida remotamente por um supervisor para verificar a temperatura (Sacomano et al., 2018);
- **Internet de serviços (Internet of Services – IoS):** Pela IoS, novos serviços são disponibilizados por meio da *internet* internamente à empresa. Por exemplo, uma pessoa poderá ser alertada por um dispositivo móvel *smartphone/tablet* ou por um servidor de computação que o seu carro precisa de revisão e/ou que chegou o período de trocar os pneus, proporcionando o agendamento de deslocação ao concessionário e a consequente ordem de requisição dos itens que serão trocados durante a revisão (Sacomano et al., 2018).

3.1.2 Elementos tecnológicos da Indústria 4.0

Os elementos estruturantes são as tecnologias e/ou conceitos que permitem a construção de aplicações da Indústria 4.0 (Sacomano et al., 2018):

- **Automação:** É definida como a realização de tarefas sem a intervenção humana, com equipamentos que funcionam autonomamente e controlam as suas ações a partir de condições e/ou instruções preestabelecidas. A automação dos processos deve efetuar-se antes da implantação das abordagens da Indústria 4.0, sendo considerada uma pré-condição, pois, caso a empresa não tenha processos produtivos automatizados, será preciso adequá-los para que se possa aproveitar toda a potencialidade da Indústria 4.0 (Sacomano et al., 2018);
- **Comunicação máquina a máquina (Machine to Machine – M2M):** Com o sistema produtivo altamente automatizado e comandado por sistemas CPS, estes são programados para partilhar dados e informações com os restantes equipamentos. Na comunicação entre máquinas existe também a possibilidade de a máquina, numa determinada linha, identificar necessidades de manutenção, e autonomamente contactar com a manutenção, quer seja interna ou externa à empresa.

O uso destes sistemas permite minimizar o impacto do problema da máquina e, simultaneamente, dar indicação em sistema às restantes máquinas que deve ser reduzida a velocidade da linha de produção para evitar paragens excessivas, gargalos ou defeitos (Sacomano et al., 2018);

- **Artificial Intelligence – AI:** O objetivo da AI é utilizar dispositivos ou métodos computacionais de forma similar à capacidade de raciocínio do ser humano, resolvendo problemas da forma mais eficiente possível. Pretende-se com a AI controlar não só o processo de produção como também a fornecer sugestões e informação de apoio às mais diversas necessidades de tomada de decisão (Sacomano et al., 2018);
- **Big data analytics:** Consiste na quantidade de dados e informações geradas por todo o sistema, seja ele produtivo, comercial, de marketing ou outros, e que precisa ser bem analisada, pois há riqueza de detalhes que podem significar o sucesso de uma organização, desde que bem utilizados (Sacomano et al., 2018);
- **Computação em nuvem:** É assim chamada por não se saber onde estão localizados os servidores que armazenam e processam dados, assim como não se sabe onde os dados são replicados, sendo fundamental, para que as informações e dados possam ser acedidas de forma rápida e a partir de qualquer local, desde que haja ligação à *internet*, possibilitando o controlo de qualquer sistema (Sacomano et al., 2018);
- **Sistemas integrados:** Todo o sistema precisa estar integrado para permitir o funcionamento da Indústria 4.0 na sua plenitude. Diversos equipamentos, que trabalham com sistemas desenvolvidos pelos seus fabricantes, na maioria das vezes, não se integram muito bem com sistemas de outros fabricantes. Por isso, este é um dos maiores desafios da Indústria 4.0 (Sacomano et al., 2018);
- **Segurança cibernética:** Com todas as informações e dados disponibilizados *online*, é importante a existência de sistemas de segurança contra invasões às redes de *internet* ou *intranet* das organizações. A perda de privacidade, o roubo dos dados e informações ou a entrada de elementos maliciosos na rede, comprometem todo modelo da Indústria 4.0. Para resolver estes problemas, está a ser realizada investigação e desenvolvidos novos protocolos de comunicação, assim como criadas medidas para a segurança necessária à operação da Indústria 4.0 em toda a sua plenitude (Sacomano et al., 2018).

3.1.3 Elementos complementares da Indústria 4.0

Elementos complementares são elementos que ampliam as possibilidades da Indústria 4.0, mas que não tornam, necessariamente, as aplicações industriais que eventualmente os utilizem em aplicações da Indústria 4.0. São elementos complementares que dão suporte à Indústria 4.0 (Sacomano et al., 2018):

- **Tecnologia *Radio Frequency Identification* (RFID):** Um sistema RFID geralmente consiste num ou vários leitores de RFID, as respetivas etiquetas e o sistema de monitorização. De forma simples, o leitor RFID é o responsável por recolher e processar as informações contidas nas etiquetas na sua área de cobertura. Uma etiqueta RFID contém um *microchip* de baixo custo, rotulado com um número de série exclusivo para identificar um objeto físico, e, pode receber/transmitir o sinal de rádio frequência por meio de sinal sem fio (Yu & Chen, 2019);
- ***Quick Response* (QR) Code:** É um código de matriz bidimensional, levando-se em consideração dois pontos, ou seja, ele pode armazenar uma grande quantidade de dados em comparação com os códigos de barras e deve ser decodificado em alta velocidade usando qualquer dispositivo portátil (Tiwari, 2016);
- **Realidade Aumentada (RA):** É uma forma de adicionar elementos virtuais que contribuem para a aprendizagem e compreensão de elementos da realidade, podendo trazer benefícios às mais diversas áreas do conhecimento, dada a sua amplitude de possibilidades de aplicação (Lopes et al., 2019);
- **Realidade Virtual (RV):** É uma tecnologia baseada em interfaces tridimensionais que tentam criar uma conexão entre o utilizador e um ambiente simulado em 360°, tendo como objetivo criar sensações e inserir, quem a utiliza, num contexto virtual (Ceolin et al., 2023). A RV permite a interação do utilizador com o ambiente virtual para o qual este é transportado, tendo uma experiência em conjunto com objetos virtuais. O utilizador tem a sensação de estar num ambiente totalmente virtual, manipulando, criando, movimentando objetos em tempo real (Resende & Santos, 2019). A interface em RV envolve um controlo tridimensional altamente interativo de processos computacionais, pois, o utilizador entra no espaço virtual das aplicações e visualiza, manipula e explora os dados da aplicação em tempo real, usando os seus sentidos, particularmente os movimentos naturais do corpo (Resende & Santos, 2019);

- **Manufatura Aditiva (*Additive Manufacturing* – AM):** Pode ser descrita como uma técnica de agregação e/ou fabrico por fusão, ligação ou solidificação de materiais, sendo possível através dela, construir peças em várias camadas usando *Computer Aided Design* (CAD). A AM é muito útil quando são necessários baixos volumes de produção, alta complexidade geométrica e mudanças frequentes no projeto de peças. A AM permite produzir peças complexas, superando as restrições de projeto dos métodos tradicionais de fabricação (Abdulhameed et al., 2019).

Através da Figura 7 é possível visualizar os diferentes elementos integradores da Indústria 4.0, incluindo os elementos fundamentais, os elementos estruturantes e os elementos complementares.

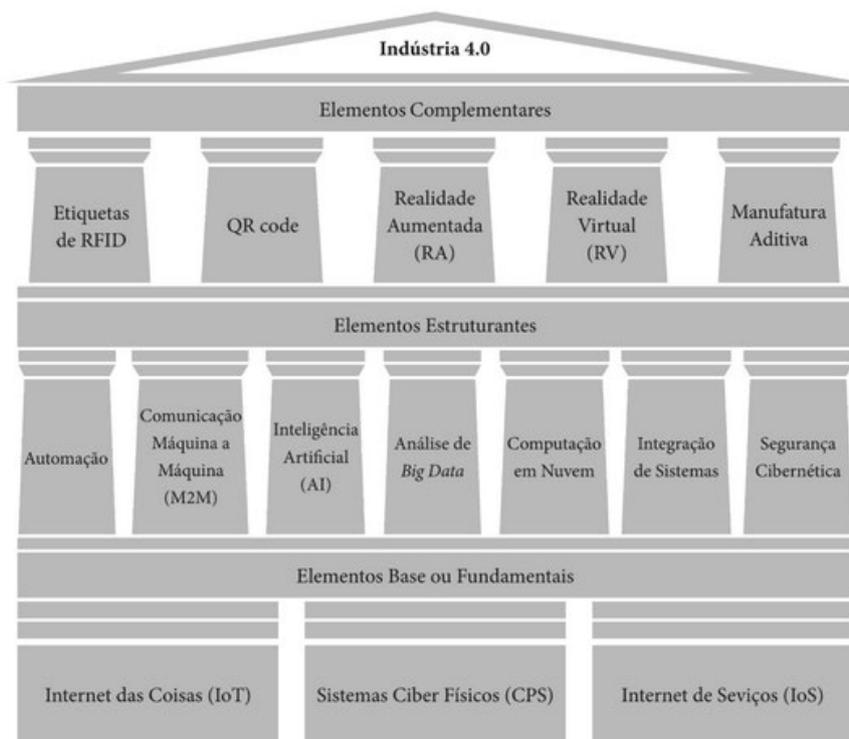


Figura 7 – Elementos formadores da Indústria 4.0. A “casa” da Indústria 4.0. (Sacomano et al., 2018).

Para Schwab (2016), a 4ª revolução industrial pode gerar grandes benefícios e, em igual medida, grandes desafios. Os desafios colocados pelo aumento da desigualdade tecnológica são difíceis de quantificar, pois, na grande maioria, as organizações são simultaneamente consumidoras e produtoras. Dessa forma, a inovação ou a falta dela afeta os padrões da Indústria 4.0, tanto de forma positiva como negativa.

Conforme Lins et al. (2018), a migração para a Indústria 4.0 pode ser menos onerosa e mais incisiva com o uso do conceito de *retrofit*, que é a atualização e a adaptação de equipamentos industriais às novas tecnologias. O *retrofit* é a forma mais rápida e económica de alcançar os padrões da Indústria 4.0, aumentar a eficiência dos equipamentos, reduzir o custo de produção e aumentar a conectividade de um setor.

Segundo Ghobakhloo (2020), a Indústria 4.0 e a digitalização industrial podem oferecer oportunidades para a sustentabilidade, para a eficiência de recursos ou para o desenvolvimento económico geral. Ainda, a transformação digital iniciada pela Indústria 4.0 deve primeiro atingir a maturidade para oferecer as funções de sustentabilidade desejadas e o desenvolvimento de competências dos recursos humanos nessa área.

De acordo com Pereira & Santos (2022), enquanto as empresas se adaptam à Indústria 4.0, já se inicia a discussão sobre a Indústria 5.0, que enfatiza sustentabilidade, centralidade no ser humano, resiliência organizacional e colaboração homem-máquina.

3.2. Gestão de Projetos

Antes de abordar a Gestão de Projetos, é importante analisar os conceitos subjacentes a esta área de conhecimento. Assim, primeiramente é essencial compreender o conceito de gestão, a definição de projeto e as respetivas etapas.

3.2.1 Conceito de gestão

Segundo Freire (2023), a palavra gestão deriva dos termos em latim *gestio* e *gestiōnis*, que significam administração ou direção. Assim, a gestão está associada à organização ou condução estruturada de uma atividade autonomamente ou sob a orientação de outra pessoa. Por sua vez, para Fischer (2012), a gestão é uma manifestação de poder, ou uma forma sensível de poder em qualquer tempo e qualquer espaço.

Conforme definido pelo IPQ (2015), a gestão corresponde ao conjunto de atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização. Assim, a gestão é a atividade pela qual se mobilizam meios e procedimentos para atingir os objetivos da organização, envolvendo aspetos gerenciais e técnico-administrativos (Oliveira & Vasques-Menezes, 2018). De acordo com Santos et al. (2023), a gestão é a principal ação para que as organizações sejam administradas de forma efetiva, uma vez que promove a integração entre todas as áreas, além de melhorar a gestão dos recursos disponíveis para atingir os objetivos planeados.

O mesmo é defendido por Souza & Silva (2023), o qual refere que a gestão proporciona o desenvolvimento de determinados processos para atingir um determinado objetivo. Segundo Freire (2023), a gestão de qualquer atividade inclui a execução de atividades, mas requer também a realização de duas outras funções complementares: o planeamento e o controlo. Assim, o propósito da gestão é racionalizar a forma como a atividade é concretizada para alcançar o objetivo desejado, sendo assim introduzido o conceito de Gestão de Projetos.

3.2.2 Características de projetos

Um projeto consiste num grupo de atividades coordenadas e controladas com datas de início e conclusão, empreendido para o alcance de um objetivo conforme a definição de requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos (ABNT, 2000). Para Heldman (2005), um projeto tem como função gerar um produto e/ou serviço único, ou seja, que não foi produzido antes.

Um projeto tem uma natureza temporária, sendo possível decidir se o projeto está concluído, ao compará-lo com os objetivos e entregas descritas no seu plano. Um projeto pode também ser visto como um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único, na qual são indicados o início e um fim para os trabalhos ou fases que o compõem. Os projetos podem ser independentes ou fazer parte de um programa ou portfólio (PMI, 2021). Segundo Axelos (2017), há uma série de características do projeto que o distingue das outras atividades, são elas:

- **Mudança:** Os projetos são o meio pelo qual a mudança é introduzida;
- **Temporários:** Os projetos são temporários por natureza, sendo que, quando a mudança é implementada, a atividade normal é retomada (na sua nova forma) e a necessidade do projeto é eliminada;
- **Multifuncional:** Um projeto envolve uma equipa de pessoas com diferentes competências que trabalham em conjunto (numa base temporária) para introduzir uma mudança que tem impacto noutras pessoas fora da equipa;
- **Único:** Uma organização pode realizar muitos projetos semelhantes e estabelecer um padrão comprovado de atividade de projeto. Todavia, cada um dos projetos é único de alguma forma: uma equipa diferente, um cliente diferente, um local diferente, um momento no tempo diferente;
- **Incerteza:** As características enumeradas introduzem ameaças e oportunidades

para além das que normalmente são encontradas na atividade normal.

Segundo ABNT (2000), os projetos consistem em processos, cuja gestão global é de responsabilidade do gestor do projeto, sendo elas:

- **Iniciação do projeto e desenvolvimento do plano:** Avaliação das necessidades do cliente e outras partes interessadas, preparação de um plano do projeto e início das outras fases;
- **Gestão das interações:** Gestão das interações no projeto inclui o estabelecimento de procedimentos para gestão de *interfaces*, reuniões interfuncionais e solução de problemas, sendo que nesta fase, deve-se avaliar o desempenho do projeto e programar o trabalho restante;
- **Gestão de alterações e configuração:** Envolve a identificação e documentação das necessidades e impacto das alterações ao projeto, bem como a análise crítica e aprovação das alterações;
- **Encerramento:** Conclusão e obtenção do retorno da informação, de forma a garantir, que todas as suas fases estão concluídas conforme o planeado.

Já de acordo com o PMI (2021), o tipo e o número de fases num ciclo de vida do projeto dependem de muitas variáveis, principalmente da cadência de entrega dos projetos (*milestones*) e da abordagem de desenvolvimento, incluindo:

- **Viabilidade:** Esta fase determina se o projeto é válido e se a organização tem capacidade de entregar o resultado pretendido;
- **Design:** O planeamento e a análise levam ao *design* da entrega do projeto em desenvolvimento;
- **Construção:** A construção da entrega é realizada com atividades integradas de garantia da qualidade;
- **Teste:** A revisão final da qualidade e a inspeção das entregas são realizadas antes da entrada em operação ou aceitação pelo cliente;
- **Implantação:** As entregas do projeto são colocadas em ação, sendo concluídas as atividades de transição necessárias para a sustentação, perceção de benefícios e gestão de mudanças organizacionais;
- **Encerramento:** O projeto é encerrado, o conhecimento e os registos do projeto são arquivados. Os membros da equipa de projeto são libertados para serem integrados noutros projetos e os contratos são terminados.

A Figura 8 apresenta as fases dos processos de Gestão de Projetos segundo Miguel (2013), identificando as suas diferentes fases: iniciação, planeamento, execução e encerramento.

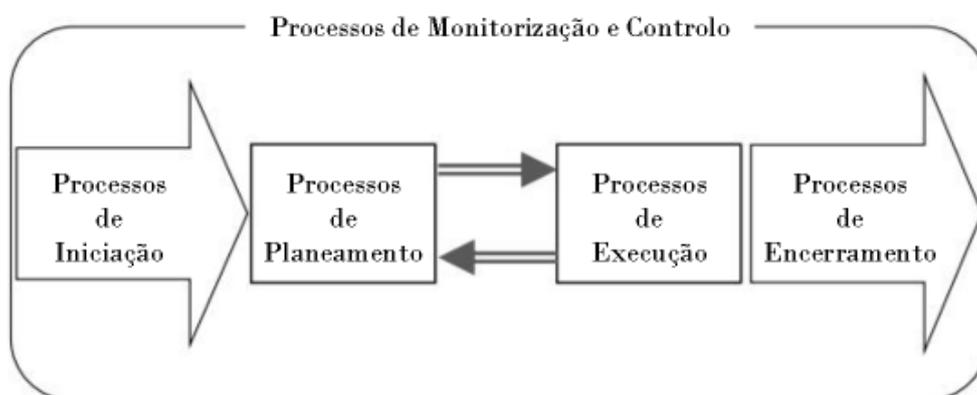


Figura 8 – Etapas dos processos na implementação de projetos.
(Miguel, 2013).

3.2.3 Abordagens e metodologias da Gestão de Projetos

De acordo com o IPQ (2015), a Gestão de Projetos corresponde ao planeamento, organização, monitorização, controlo e reporte de todos os aspetos de um projeto, tendo em conta a motivação de todos os que nele estão envolvidos. Assim, a Gestão de Projetos deve permitir atingir os objetivos dentro das metas de desempenho esperadas, ou seja, no tempo, custo, qualidade, âmbito, benefícios e riscos (Axelos, 2017). Por sua vez, Gido et al. (2018) defende que o processo de Gestão de Projetos envolve planear o trabalho e trabalhar no planeamento.

Desta forma, a Gestão de Projetos pode ser entendida como a aplicação de conhecimento, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para cumprir os requisitos definidos e para obter os resultados pretendidos, sendo que, as equipas de projeto podem alcançar os resultados usando uma ampla gama de abordagens (PMI, 2021).

Para Carneiro & Souza (2020), gerir de forma adequada os projetos dentro de uma empresa traz benefícios financeiros e de crescimento num curto prazo e, principalmente, é benéfico para a sobrevivência das organizações nos mercados cada vez mais competitivos. O alcance da excelência ou da maturidade na Gestão de Projetos é mais provável num processo repetitivo e que possa ser utilizado em cada um dos projetos (Kerzner, 2021). Assim, as metodologias incluem um conjunto de formulários, diretrizes, modelos e listas de verificação que podem ser aplicadas num projeto ou situação específica.

De acordo com Silva et al. (2018), é muito difícil escolher uma metodologia de Gestão de Projetos que encaixe em todos projetos. Embora se possa pensar que existem apenas duas ou três abordagens na Gestão de Projetos, na verdade, existem muitas metodologias de Gestão de Projetos viáveis, dos quais se apresentam alguns exemplos.

Modelo de Cascata

O modelo de Cascata (*waterfall*) é uma metodologia de Gestão de Projetos, desenvolvida na década de 1950, que inclui cinco ou seis fases independentes (definição dos requisitos, *design*, implementação, verificação, manutenção), sendo que neste modelo, é necessário concluir cada uma das etapas antes de poder passar à seguinte. Esta abordagem é ideal para clientes que sabem exatamente o que pretendem de um produto e/ou serviço, sendo desta metodologia originado o *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) (Miranda et al., 2023). O PMBOK foi desenvolvido pelo *Project Management Institute* (PMI) como uma melhoria da cascata, incluindo cinco fases (início, planeamento, execução, monitorização, conclusão). Embora não seja uma metodologia em si, o PMBOK reúne um conjunto de princípios e competências de Gestão de Projetos incluídos na certificação do PMI, e que é utilizado como base para muitas metodologias de Gestão de Projetos (Miranda et al., 2023).

Modelo de gestão ágil

O modelo de gestão ágil (*Agile*) não é uma metodologia, mas um conjunto de princípios, oriundos do manifesto ágil, redigido em 2001 por um grupo de programadores de *software*. O modelo foi inspirado pela eficácia e flexibilidade dos métodos *Lean*, surgindo da necessidade de uma Gestão de Projetos adaptável, iterativa e colaborativa, em resposta à rigidez do modelo em cascata. O modelo ágil foca-se na criação de bons produtos para os clientes, sendo fundamentais os princípios ágeis: indivíduos e interações em vez de processos e ferramentas; *software* funcional em vez de documentação exaustiva; colaboração com o cliente em vez de negociação de contratos; resposta à mudança em vez de seguir o plano. Este modelo gerou algumas metodologias (Miranda et al., 2023):

- **Scrum:** Uma estrutura *Scrum* orienta o processo de forma simples e facilita a comunicação, planeamento, execução e *feedback*, sendo que as equipas *Scrum* trabalham em “*sprints*” (período de duas a quatro semanas) com objetivos a serem entregues.

Socorre-se de reuniões diárias para um “*Scrum*” ou “*stand up*” de 15 minutos, onde cada membro da equipa deve compartilhar o progresso e os impedimentos em direção à meta (Miranda et al., 2023);

- ***Scrumban***: É um método híbrido, que combina os métodos *Scrum* e *kanban*. Segue um fluxo de trabalho *Scrum* e visualiza o trabalho num quadro *kanban* com três colunas, *To Do*, *Doing* e *Done*. Para evitar serem sobrecarregados, os membros da equipa extraem tarefas de *To Do* à medida que têm disponibilidade, em vez de receberem uma lista de tarefas pendentes (Miranda et al., 2023);
- **Programação Extrema (*Extreme Programming - XP*)**: Método focado diretamente no desenvolvimento de *software*. A Gestão de Projetos XP enfatiza a comunicação e a simplicidade, baseando-se em “ciclos de *feedback*”, onde a codificação ocorre continuamente, sem esperar por um *design* abrangente ou planeamento antecipado. As iterações seguem o *feedback* dos testes (Miranda et al., 2023);
- **Método Cristal (*Crystal Method*)**: É um método ágil que se concentra nos indivíduos e interações em vez de processos e ferramentas, permitindo que as equipas otimizem os seus próprios fluxos de trabalho e os ajustem por projeto, enfatizando a comunicação e a autonomia da equipa (Miranda et al., 2023).

Modelo de gestão híbrido

As metodologias híbridas aproveitam o melhor das filosofias em cascata e das abordagens ágeis para criar um fluxo de trabalho estruturado, porém flexível. Estas metodologias normalmente incluem a documentação de requisitos e a potencial declaração antecipada de restrições, semelhante à cascata, adotando a abordagem ágil para o fluxo de trabalho, de rápida implementação, com *feedback* e iterativa (Miranda et al., 2023).

Exemplo é o método de desenvolvimento de sistemas dinâmicos (*Dynamic Systems Development Method - DSDM*), criados para adicionar disciplina a metodologias não estruturadas, e ao mesmo tempo, manter a adaptabilidade da metodologia ágil. Como o modelo em cascata, no início do projeto, são definidas restrições de requisitos, custos e tempo, e assim como o modelo ágil, são utilizadas *timeboxing*, como nos *sprints* do *Scrum*, para concluir o projeto de forma incremental, com *feedback* e iterações regulares (Miranda et al., 2023).

Conforme Vieira Pires & Priamo Moraes (2019), a adoção de uma metodologia de Gestão de Projetos, quando bem elaborada e adequada às necessidades da empresa, pode gerar benefícios, tais como:

- Redução dos desvios entre o planejado e o realizado;
- Redução de problemas de comunicação e conflitos entre as partes;
- Aumento da produtividade da Gestão de Projetos;
- Aumento da taxa de sucesso dos projetos.

Para Oliveira & Martins (2018), uma metodologia não é garantia de sucesso e excelência, mas deve ser considerada como um elemento essencial, pois, esta tende a favorecer o alcance dos objetivos do projeto, visto que, aponta ao nível do detalhe as etapas que devem ser seguidas nas distintas fases do ciclo de vida de um projeto. De acordo com Kerzner (2021), boas metodologias permitem:

- Encurtar os cronogramas do projeto;
- Reduzir e/ou controlar melhor os custos;
- Evitar mudanças indesejadas de âmbito do projeto;
- Planejar para executar melhor;
- Prever resultados;
- Melhorar a relação com o cliente durante a execução do projeto;
- Ajustar o projeto durante a execução para atender novos requisitos dos clientes;
- Fornecer à gestão melhor visibilidade do *status* do projeto;
- Padronizar a execução;
- Adquirir melhores práticas.

3.2.4 Equipas de Gestão de Projetos

Conforme PMI (2021), uma equipa de projetos corresponde a um grupo de indivíduos que executa o trabalho necessário para alcançar os objetivos do projeto, sendo que, o planeamento da composição desta equipa começa com a identificação das competências necessárias para realizar as atividades do projeto.

Isso envolve, não só, avaliar as competências de cada membro da equipa, mas também o nível de proficiência e autonomia dos mesmos, assim como a experiência em projetos semelhantes. Para Turner (2009), a equipa do projeto é definida por um grupo de pessoas reunida pelo gestor do projeto, para que possam trabalhar em conjunto, utilizando valores ou normas comuns para atingir os objetivos do projeto.

Segundo o Axelos (2017), o responsável pela condução do projeto deve-se certificar que de que todos os membros da equipa do projeto têm o entendimento adequado das suas responsabilidades, independentemente da função a desempenhar. Alguns membros da equipa de projetos podem precisar de formação para que possam realizar as atividades que lhes são atribuídas. De acordo com Kerzner (2009), a compreensão das limitações à formação da equipa de projetos pode ajudar no desenvolvimento de um ambiente propício ao trabalho em equipa eficaz, que proporcionará as bases para o sucesso do projeto.

3.2.5 Papel do gestor de projetos

O gestor de projetos é a pessoa designada pela organização executora para liderar a equipa do projeto, responsável por alcançar os objetivos do projeto. Os gestores desempenham uma variedade de funções, tais como, facilitar o trabalho da equipa do projeto para alcançar os resultados e gerir os processos para entregar os resultados pretendidos (PMI, 2021). O gestor de projetos também deve manter uma gestão eficaz das partes interessadas do projeto (Gomes, 2016).

O código de ética e conduta profissional que um gestor de projetos deve seguir, tem na sua base quatro valores identificados como os mais importantes para a comunidade de Gestão de Projetos (PMI, 2021):

- Responsabilidade;
- Respeito;
- Equidade;
- Honestidade.

Para Carneiro & Souza (2020), as atitudes de um gestor definem o sucesso de seu empreendimento, sendo que, dessa forma, é preciso ter sabedoria para fazer as escolhas corretas e liderar seus colaboradores. O gestor de projetos deve possuir autonomia para escolher a equipa, ser proativo, conhecer o negócio da empresa, possuir a capacidade de administrar o tempo, além de possuir o conhecimento técnico necessário para o desenvolvimento do determinado projeto. O gestor deve ser justo e motivador e deve ter capacidade analítica e conhecer as técnicas e recursos de Gestão de Projetos (Maschio, 2017).

Segundo Da Silva & Kieling (2023), a Gestão de Projetos, é uma ferramenta imprescindível para toda e qualquer organização que pretenda a redução do tempo e custo na entrega dos projetos. Através da aplicação do conhecimento, competências, ferramentas e técnicas, os requisitos de projeto podem ser atendidos de forma satisfatória. Por esta razão, todo o gestor que atua nesta área, deve ser portador das competências necessárias para que o seu trabalho resulte nas melhores práticas.

Para Andrade & Hervé (2023), o gestor de projetos deve estar atento às mais novas tendências tecnológicas, montar uma equipa que compartilhe do mesmo entusiasmo e incentivar a aprendizagem e o desenvolvimento dos indivíduos para utilizarem as ferramentas mais ajustadas ao projeto.

3.3. Evolução da Indústria 4.0 e da Gestão de Projetos

Conforme Simion et al. (2018), a Gestão de Projetos 4.0 é a quarta fase da evolução da Gestão de Projetos como disciplina científica. Na figura 9 pode-se analisar a evolução da Gestão de Projetos da primeira à quarta revolução industrial.

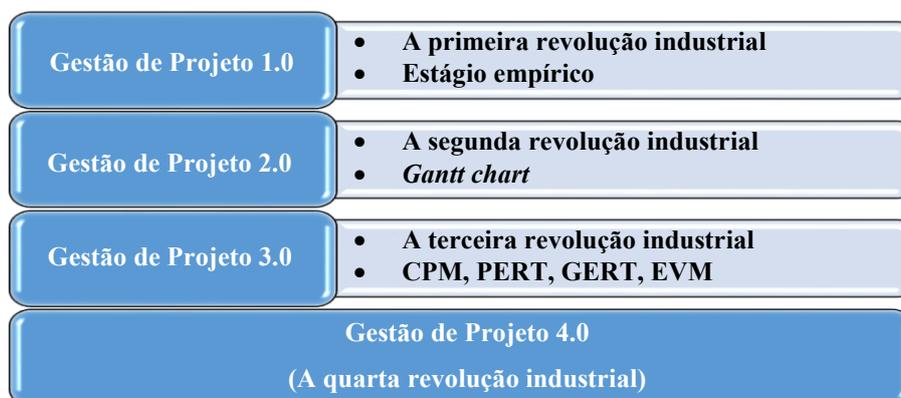


Figura 9 – Evolução da Gestão de Projetos da primeira à quarta revolução industrial.

Adaptado de Simion et al. (2018).

Segundo Estevan Jr. et al. (2018), dentro da Indústria 4.0, a instância de Projetos 4.0 também pode ser designada de Engenharia 4.0, pois trata a forma como todas as informações de projetos industriais são desenvolvidas.

Conforme Simion et al. (2018), as principais influências que a 4ª revolução industrial tem na Gestão de Projetos são:

- **Digitalização:** Envolve o uso de tecnologias de armazenamento, processamento e recuperação de dados e informação entre utilizadores *online*, com o suporte da IoT (Simion et al., 2018);
- **Virtualização:** Envolve aumentar as possibilidades de execução virtual de projetos através da utilização de ferramentas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Como resultado, as organizações desejam simular os projetos antes de começarem a implementá-los, para estarem cientes dos problemas potenciais que poderão encontrar durante a execução dos projetos e noutras fases do ciclo de vida (Simion et al., 2018);
- **Profissionalização:** É específica do crescente nível de maturidade das organizações na Gestão de Projetos, sendo que a profissionalização dos gestores de projetos pode ser considerada uma etapa final, ou intermediária, rumo a posições em níveis hierárquicos superiores. As organizações estão mais dispostas a gastar mais com gestores de projetos experientes em vez de incorrer em despesas com erros de gestores de projetos com pouca experiência (Simion et al., 2018);
- **Transnacionalização:** É consequência da aceleração dos processos de globalização na era digital, sendo que esta permite que uma empresa esteja envolvida na implementação de projetos em diversas áreas geográficas, tenha equipas virtuais com membros de diferentes países ou continentes, sendo que, isso gera um desafio cultural para os gestores de projetos (Simion et al., 2018);
- **Complexidade:** Aumentará à medida que aumenta o número de elementos a serem rastreados durante um projeto (Simion et al., 2018);
- **Automatização:** A automatização deve ser usada sobretudo na realização de tarefas repetitivas e que podem ser assumidas, por exemplo, por robôs. Desta forma, os elementos das equipas podem concentrar-se nas ações criativas, a resolver trabalhos e criar soluções por meio de projetos (Simion et al., 2018).

A Figura 10 identifica e sintetiza graficamente as principais influências da quarta revolução industrial na Gestão de Projetos.

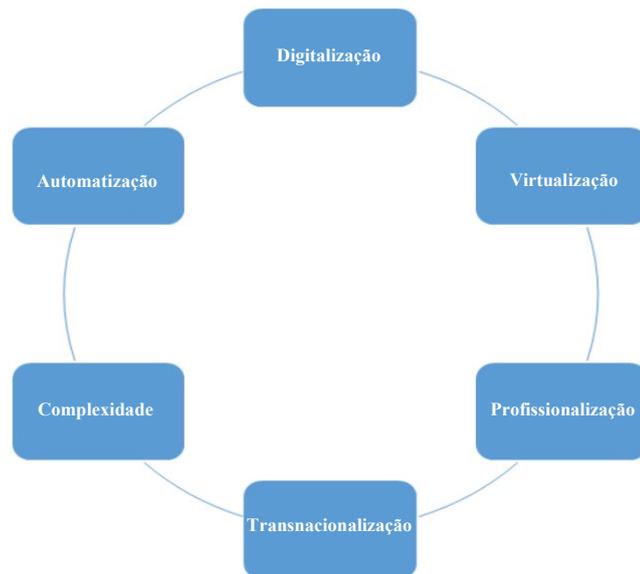


Figura 10 – As principais influências da quarta revolução industrial na Gestão de Projetos.
Adaptado de Simion et al. (2018).

Segundo Estevan Jr. et al. (2018), para haver a migração para o conceito de Indústria 4.0, os engenheiros precisam trabalhar o projeto a partir de diversas vertentes, com controlo de histórico, sendo importante haver interação desde a gestão até o chão-de-fábrica. Para Marnewick & Marnewick (2020), a 4ª Revolução Industrial exige novas formas de gerir equipas de projetos, sendo a metodologia *Agile* uma forma melhor de implementar projetos relacionados com a 4ª Revolução Industrial, exigindo do gestor de projetos um estilo servidor-líder.

Para Cabeças & Marques da Silva (2021), os gestores de projeto são agentes de transformação digital e têm de estar alinhados com a estratégia de sua organização, sendo capazes de aproveitar os dados e as informações disponíveis usando o BI e o *Big data*, além dos recursos oferecidos por ferramentas de AI para apoiar todas as atividades de Gestão de Projetos.

Conforme o estudo desenvolvido por Wachnik (2022), a Gestão de Projetos na Indústria 4.0 pode ser apoiada pela AI a um nível básico, principalmente na área da automatização de tarefas rotineiras, de assistência, e, até certo ponto, na identificação de anomalias. Para o autor, a variedade e diversidade dos projetos da Indústria 4.0 estimulam o desenvolvimento de ferramentas utilizando a AI, que apoiam a Gestão de Projetos. Uma das principais expectativas, da gestão em relação a este tipo de ferramentas, é a limitação dos custos de transação resultantes da Gestão de Projetos e a limitação dos fatores de risco e das condições de incerteza ou incerteza profunda.

Para Simion et al. (2018), a transformação digital coloca os gestores de projetos à frente de novos problemas, mas também, amplia o número de métodos e técnicas automatizados disponíveis, e que podem ser utilizados para facilitar o planejamento, monitorização e controlo do projeto. Desta forma, podem ser utilizados sistemas para monitorizar em tempo real o progresso do projeto.

Ainda, segundo Simion et al. (2018), a transformação da Gestão de Projetos, como resultado das mudanças provocadas pela 4ª Revolução Industrial é profunda e duradoura porque sobrepõe outras mudanças provocadas pela evolução da economia e da sociedade.

Capítulo 4 – Análise de resultados da RSL

Este capítulo é dedicado à análise de conteúdo da base de dados de documentos científicos da pesquisa, obtidos através da aplicação do processo de RSL. A análise apresentada neste capítulo é baseada na tabela de bibliografia anotada que foi desenvolvida. Além da análise e síntese do conteúdo de cada um dos documentos selecionados, foi analisada a metodologia de investigação aplicada e se o estudo foi desenvolvido num setor industrial em específico. Foi atribuída a classificação do contributo de cada um dos documentos para a pergunta de investigação, e foram identificadas as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 e os respetivos impactos na Gestão de Projetos.

4.1. Análise da tipologia de estudo

Analisando a metodologia de desenvolvimento dos documentos científicos da tabela de bibliografia anotada do Apêndice A, verificou-se que 38% dos documentos utilizaram a metodologia de estudo de caso (Figura 11). De acordo com André (2013), os estudos de caso são instrumentos valiosos, pois, o contato direto e prolongado do investigador com os eventos e situações em estudo, possibilita descrever ações, captar significados, analisar interações, compreender e interpretar linguagens, estudar representações, sem desvinculá-los do contexto e das circunstâncias especiais em que se manifestam. Esta metodologia permite assim compreender não só como surgem e se desenvolvem os fenómenos estudados, mas também, como evoluem num dado período de tempo.

Desta forma, documentos baseados na metodologia de estudo de caso, tornam-se uma mais-valia para a pesquisa, pois possibilitam o estudo de situações e desenvolvimento de conteúdo científico na área da presente dissertação de mestrado, tão pouco explorada e registada na literatura.

A segunda abordagem mais usada nos documentos selecionados é o desenvolvimento de modelo conceptual, representando uma percentagem de 23%. Cerca de 18% dos documentos incluídos correspondem a artigos de revisão da literatura, alguns deles focados na evolução das diferentes eras da revolução industrial, nas suas técnicas e ferramentas.

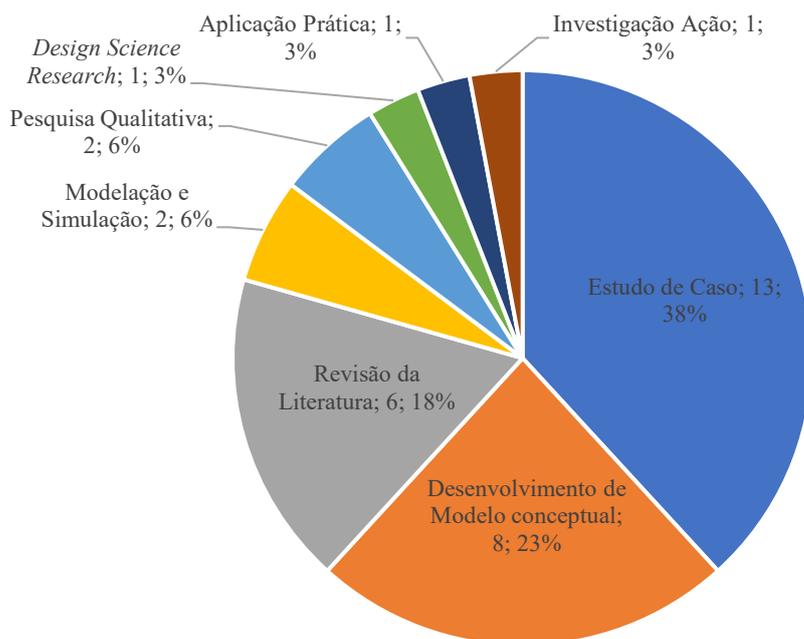


Figura 11 – Distribuição de documentos por metodologia de desenvolvimento dos documentos RSL.

4.2. Análise do setor de atividade do estudo

Relativamente aos setores de atividade nos quais foram desenvolvidos os estudos dos documentos científicos, através da Figura 12, verifica-se que 40% dos documentos referem-se ao setor da indústria da construção. Embora, através desta pesquisa não seja possível afirmar que o setor da indústria da construção seja o mais alinhado à aplicação e utilização das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 para melhoria da Gestão de Projetos, pode-se verificar que nos documentos que compõe os resultados da RSL, o setor da indústria da construção é o setor no qual mais se efetua o registo e se documenta a aplicação das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 para melhoria da Gestão de Projetos. Conforme Suferi & Rahman (2021), é requerido à indústria da construção a adaptação à Indústria 4.0, sendo necessária a adequação das suas metas às mudanças promovidas pelo avanço tecnológico.

É surpreendente o número de documentos publicados identificados associados à indústria da construção, setor que obteve um número de documentos identificados, cinco vezes superior aos dos setores do automóvel, de empresas de projetos em engenharia e de manufatura. Tal resultado é inesperado, pois, o setor da construção não é frequentemente associado à revolução tecnológica, sendo muitas vezes caracterizado, por aqueles que não estão inseridos nele, como pouco tecnológico e pouco preocupado em acompanhar as novas tendências tecnológicas.

Antes de iniciar o processo de investigação relativo ao tema da presente dissertação, esperava-se obter um número maior de documentos publicados em setores geralmente considerados mais alinhados com as novas tendências tecnológicas, como por exemplo, o setor automóvel e o aeroespacial. Não obstante, o setor de tecnologias da informação representa 12%, seguido pelo setor automóvel, pelas empresas de projetos em engenharia e pelo setor de manufatura, que representam, respetivamente, 8% dos setores mencionados nos documentos selecionados.

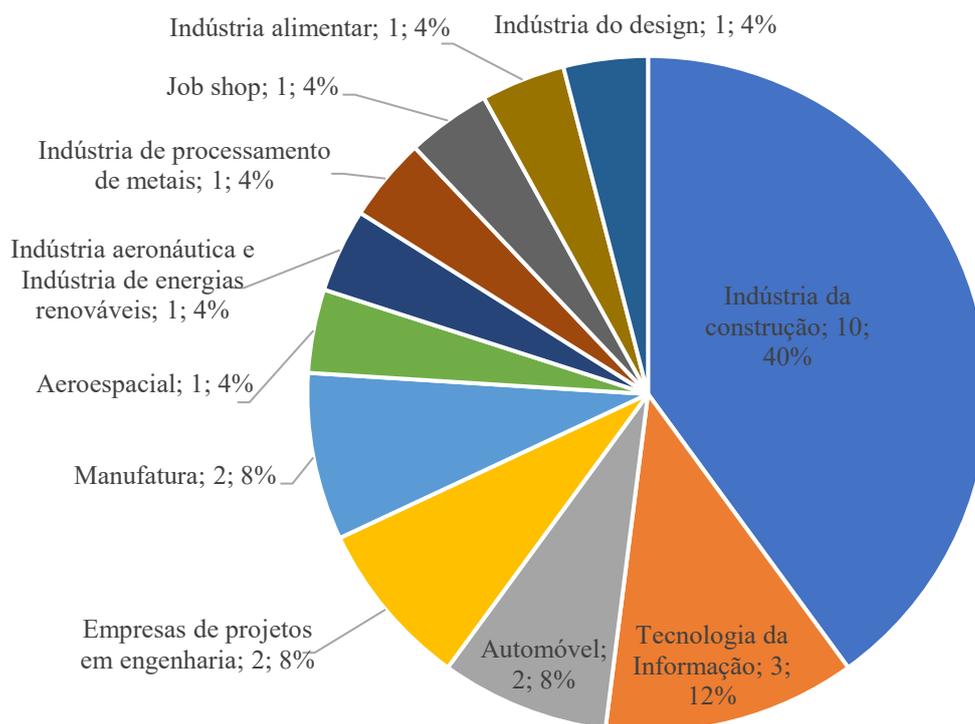


Figura 12 – Distribuição de documentos por setor de atividade.

4.3 Análise do impacto da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos

Nesta secção apresentam-se os principais resultados da análise de conteúdo aos documentos selecionados e validados no processo de RSL, identificando os principais impactos da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos. Nesse sentido é efetuada uma discussão dos documentos mais relevantes e são identificadas as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 e os impactos mais evidentes na melhoria da Gestão de Projetos.

4.3.1. Relação da Indústria 4.0 e da Gestão de Projetos

A análise do impacto da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos foi efetuada com base nos documentos da RSL e na classificação de contributo considerada (ver secção 2.4).

A distribuição da classificação do contributo dos documentos científicos contidos na tabela de bibliografia anotada (consultar Apêndice A) pode ser observada na Figura 13. Verifica-se que a 27% dos documentos foi atribuída a classificação do contributo definida como “Alta” e 35% a documentos com a classificação “Média”.

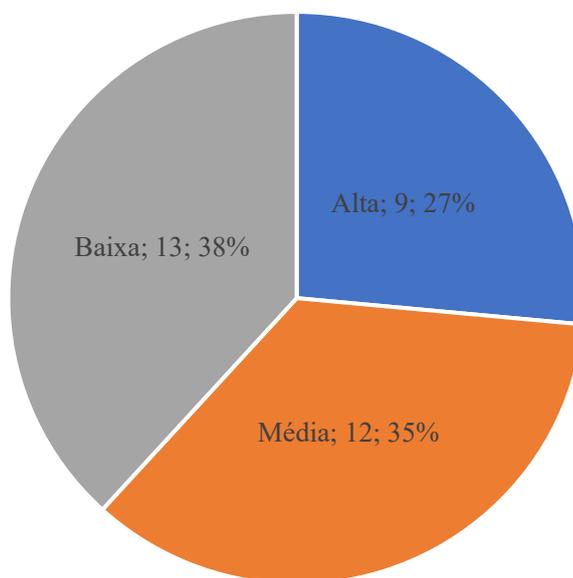


Figura 13 – Distribuição de documentos por classificação de contributo.

Cerca de 38% de documentos foram classificados com contribuição “Baixa”. Esta elevada percentagem pode dever-se ao fato de que, embora o tópico de investigação esteja enquadrado na atualidade da Indústria 4.0 e Gestão de Projetos, este ainda é superficialmente explorado, principalmente no que se refere aos benefícios da adoção das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 para a melhoria dos resultados da Gestão de Projetos. Foi por este mesmo motivo que, estrategicamente, no desenvolvimento da dissertação foi definido um sistema de classificação dos documentos selecionados no processo de RSL.

Importa salientar que, apesar da análise de conteúdo se basear sobretudo nos documentos com classificação “Alta”, os restantes artigos não deixam de ter um contributo importante na identificação das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0, assim como na definição dos principais elementos da Gestão de Projetos.

Os autores Wang et al. (2021), Wachnik (2022), C. Marnewick & Marnewick (2020) e Jallow et al. (2022), abordam nos seus documentos que a aplicação da AI na Gestão de Projetos melhora o processo de decisão e automatização de tarefas, sendo que a AI é usada para interpretar dados complexos, como os contidos no BIM.

A AI pode, de igual forma, apoiar a Gestão de Projetos através da automatização de tarefas rotineiras e da identificação de anomalias. Os autores ainda destacam que, no futuro, que já pode ter chegado, as composições das equipas de projeto mudarão drasticamente. Com a introdução de sistemas artificialmente inteligentes como membros da equipa de projetos, as organizações e os gestores de projetos podem obter uma maior eficiência dos resultados provenientes das equipas de projetos, ajudando assim, a atingir os objetivos definidos.

Já os autores Atuahene et al. (2020), Mudassar et al. (2019) e Verma et al. (2020) exploram nos seus documentos que o *Big data* pode ser utilizado para melhorar a Gestão de Projetos, através da melhor monitorização e controlo dos projetos em tempo real, assim como a melhoria da gestão de risco. De acordo com os autores a aplicação do *Big data* na Gestão de Projetos ajuda na previsão e deteção de problemas, permitindo uma resposta mais rápida e eficiente. Os autores também referem que tecnologias como os gémeos digitais e os sistemas ciberfísicos podem ser usados para criar ambientes de monitorização e controlo mais precisos e ágeis, contribuindo para o sucesso dos projetos.

Rane & Narvel (2022) referem que a integração de IoT e *Blockchain* melhora a gestão dos recursos dos projetos, possibilitando a transparência, rastreabilidade e segurança dos dados e informações sobre os recursos, permitindo uma tomada de decisão mais informada e ágil, no que se refere à gestão de recursos nos projetos.

Dallasega et al. (2016) expõe o desenvolvimento de uma abordagem integrada para planeamento e monitorização em tempo real de projetos de construção, através da combinação de CAD e base de dados, permitindo a criação automatizada de cronogramas, com o objetivo de reduzir as interrupções e melhorando a eficiência dos projetos em termos de custos e tempo.

Na Tabela 9, apresenta-se uma síntese da análise de conteúdo dos documentos da RSL classificados com alta relevância para a identificação dos contributos das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos.

Tabela 9 – Identificação dos contributos das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos com base na RSL.

Autores	Análise de Conteúdo
Wang et al. (2021)	O estudo aborda o desenvolvimento de um sistema que interpreta e recupera informações relevantes dos dados disponíveis no BIM, utilizando a AI, para fornecer respostas mais precisas para membros da equipa de projetos com pouca experiência em BIM.
Wachnik (2022)	O artigo aborda o processo de definição da utilização da AI na Gestão de Projetos da Indústria 4.0, sendo realizado um estudo de quatro casos distintos. Foi concluído que a AI pode apoiar a Gestão de Projetos, principalmente na automatização de tarefas rotineiras e na identificação de anomalias, embora de forma limitada.
Atuahene et al. (2020)	Este estudo de caso avalia os benefícios da aplicação do <i>Big data</i> na indústria da construção, e identificou que, a utilização do <i>Big data</i> promove a melhoria da agilidade dos processos de aquisição nos projetos assim como a melhoria da sua monitorização e controlo.
Mudassar et al. (2019)	O documento aborda o desenvolvimento de uma estrutura conceitual para transformar a gestão tradicional de projetos num sistema inteligente, integrando sistemas ciberfísicos e gémeos digitais, sendo que esta estrutura, possibilita a monitorização do progresso do projeto em tempo real.
Rane & Narvel (2022)	O estudo aborda o desenvolvimento de uma arquitetura integrada <i>Blockchain</i> -IoT para melhorar a agilidade na gestão de recursos dos projetos, sendo que, a integração de <i>Blockchain</i> e IoT permite uma maior transparência, rastreabilidade e segurança dos dados e informações associadas aos recursos do projeto, viabilizando a melhoria da sua gestão.
Verma et al. (2020)	A pesquisa explora o papel da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos, discutindo um estudo de caso no setor de construção, e, conclui que tecnologias da Indústria 4.0 podem contribuir para a gestão de riscos associados aos projetos, assim como, melhorar a sua eficiência na obtenção dos resultados, através da utilização da realidade aumentada para capacitação dos profissionais envolvidos nos projetos.
C. Marnewick & Marnewick (2020)	O documento fornece uma visão da Indústria 4.0 e da gestão ágil de projetos, analisando os atributos da liderança servidora, investigando como a Indústria 4.0 está a mudar o perfil dos gestores de projetos na África do Sul, evidenciando que ainda há um caminho a ser percorrido para se atingir o estilo de gestor servidor requerido pela Indústria 4.0 e pela metodologia ágil.
Dallasega et al. (2016)	Este estudo propõe uma abordagem para agendar e monitorizar projetos de construção de fábricas em tempo real, integrando tecnologias CAD e bases de dados, para viabilizar a automatização da criação de cronogramas, de forma a evitar interrupções devido à falta de materiais, objetivando proporcionar a redução dos custos e tempo de execução dos projetos.
Jallow et al. (2022)	A pesquisa explora a utilização da AI na indústria de construção do Reino Unido, e identifica que a AI, pode ser utilizada para melhorar o processo de automatização de tarefas, melhorar a eficiência dos resultados dos projetos, proporcionar uma melhor gestão de riscos, melhorar a comunicação entre os projetos da organização, assim como, melhorar a vantagem competitiva da organização.

4.3.2. Identificação das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0

Analisando as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 citadas nos documentos científicos contidos na tabela de bibliografia anotada (Apêndice A), verifica-se que as mais citadas são: AI, IoT, *Big data* e BIM (Figura 14). Importa salientar que nem todos os documentos indicam as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 utilizadas.

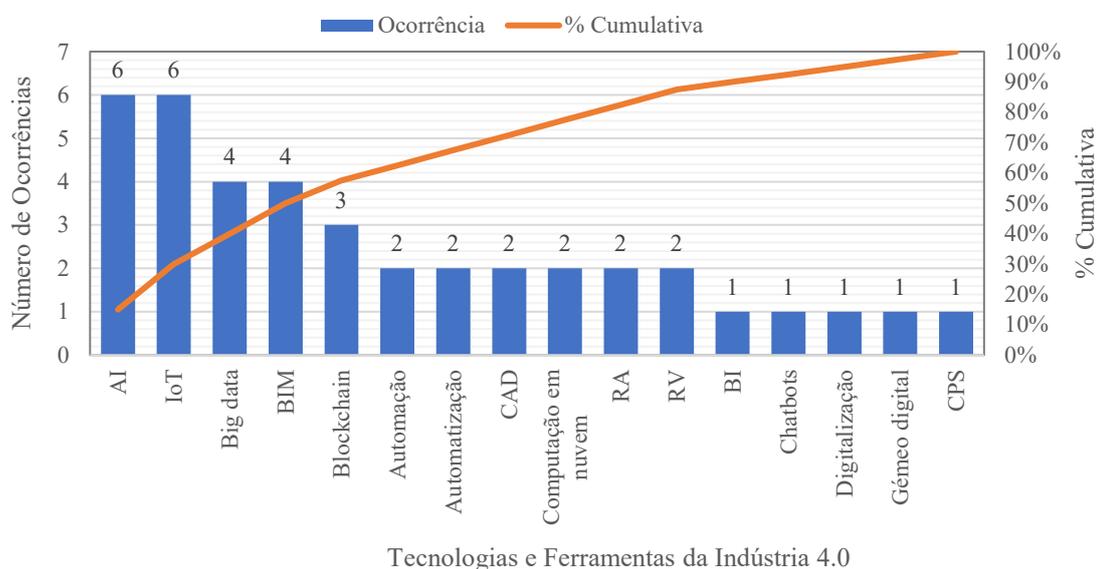


Figura 14 – Tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 mais referenciadas nos artigos seleccionados.

Sistemas AI

Conforme Wachnik (2022), a Gestão de Projetos pode ser apoiada pela AI, principalmente na área da automatização de tarefas rotineiras e na assistência à identificação de anomalias. Para Jallow et al. (2022), com a utilização da AI, o processo de planeamento do projeto pode ser executado de uma forma mais eficiente, pois, a informação recolhida de projetos anteriores com uma estrutura semelhante, pode ser utilizada pela AI para gerar, automaticamente, um planeamento de trabalho de um projeto futuro. Tal só pode ser conseguido através da utilização e revisão dos dados dos projetos anteriores, produzindo um planeamento mais exato em relação aos trabalhos a serem executados. De acordo com C. Marnewick & Marnewick (2020) e Hirman et al. (2019), a composição das futuras equipas de projeto mudará drasticamente com a introdução de sistemas artificialmente inteligentes como membros da equipa. Desta forma, a capacidade e a liberdade dos membros da equipa humana pode ser usada para resolver problemas de forma criativa, aspeto extremamente importante pois, após a resolução de um problema, a equipa humana realizará a transferência da aprendizagem para o membro da equipa artificialmente inteligente.

Tecnologia IoT

Conforme Rane & Narvel (2022), a tecnologia IoT permite ao gestor do projeto e respectiva equipa, ter o acesso aos dados dos recursos dos projetos em tempo real, viabilizando uma melhor gestão dos recursos alocados aos projetos e mais transparente às partes interessadas. Este acesso em tempo real permite uma maior assertividade na alocação e utilização dos recursos em cada projeto, e desta forma, melhorar os resultados associados ao cumprimento de prazo e custo orçamentado dos projetos. Segundo Verma et al. (2020), com a ajuda da IoT, os projetos podem ser monitorizados em tempo real, por exemplo, com a instalação de câmaras é possível rastrear o *stock*, recursos humanos e *status* da execução dos projetos. Também através da captura de fotos e vídeos do local em intervalos regulares é possível monitorizar atrasos no projeto.

Big data

Segundo Atuahene et al. (2020), a Gestão de Projetos na indústria da construção está a ser beneficiada pela aplicação de *Big data*, por meio da monitorização e controlo do projeto, onde o objetivo principal é criar mecanismos para identificar possíveis problemas antes que estes ocorram, e assim, alcançar eficiência pretendida. De acordo com Verma et al. (2020), o *Big data* pode ajudar o gestor de projetos a identificar os diferentes riscos envolvidos, como ineficiência no desempenho dos colaboradores ou subcontratados, e riscos financeiros associados aos projetos.

BIM

Conforme Wang et al. (2021), o BIM foi desenvolvido para fornecer suporte de informações para as atividades do projeto. Para Dallasega et al. (2020), o BIM é uma das principais abordagens que permite a digitalização de projetos de construção, tendo um grande potencial para partilhar e visualizar informações, bem como considerar mudanças no projeto. Durante a execução do projeto, o BIM pode ser usado como uma base para o acompanhamento do progresso e para a visualização de discrepâncias. Segundo Wang et al. (2021), a integração do BIM foi com a AI, permite um melhor resultado nos processos de consulta de dados para suportar a gestão e a execução dos projetos da indústria da construção.

4.3.2. Identificação dos impactos e melhorias na Gestão de Projetos

Para facilitar o entendimento e uniformização dos impactos e melhorias proporcionadas pela Indústria 4.0, foi elaborada a Tabela 10. Esta tabela descreve objetivamente o significado de cada impacto e melhoria proporcionada pelas tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos.

Tabela 10 – Descrição dos impactos/melhorias identificadas na literatura.

Impacto/Melhoria	Descrição
Tomada de decisão	Decisões mais informadas com base em dados e análises.
Automatização de tarefas	Execução de tarefas automaticamente.
Monitorização em tempo real	Acompanhamento contínuo e imediato do <i>status</i> do projeto.
Redução de custos	Diminuição dos gastos de execução do projeto.
Gestão de riscos	Identificação, análise e mitigação dos potenciais riscos.
Agilidade nos processos de aquisição	Processos de compra e aquisição mais ágeis.
Vantagem competitiva	Criação de elemento diferenciador em relação às demais organizações.
Redução do tempo de execução	Diminuição do tempo necessário para conclusão do projeto.
Identificação de anomalias	Deteção de problemas ou desvios no projeto para correção.
Comunicação entre projetos	Melhor troca de informações entre diferentes projetos da organização.
Gestão de sinistros	Administração de incidentes, desde a ocorrência até a resolução.

Realizando a análise dos impactos e melhorias proporcionados pelas tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos identificados, pode-se verificar que, os impactos e melhorias mais citados são: a melhoria da tomada de decisão, a automatização de tarefas, a monitorização em tempo real e a redução de custos (Figura 15). Importa salientar que alguns documentos não indicam o impacto/melhoria proporcionados pelas tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos.

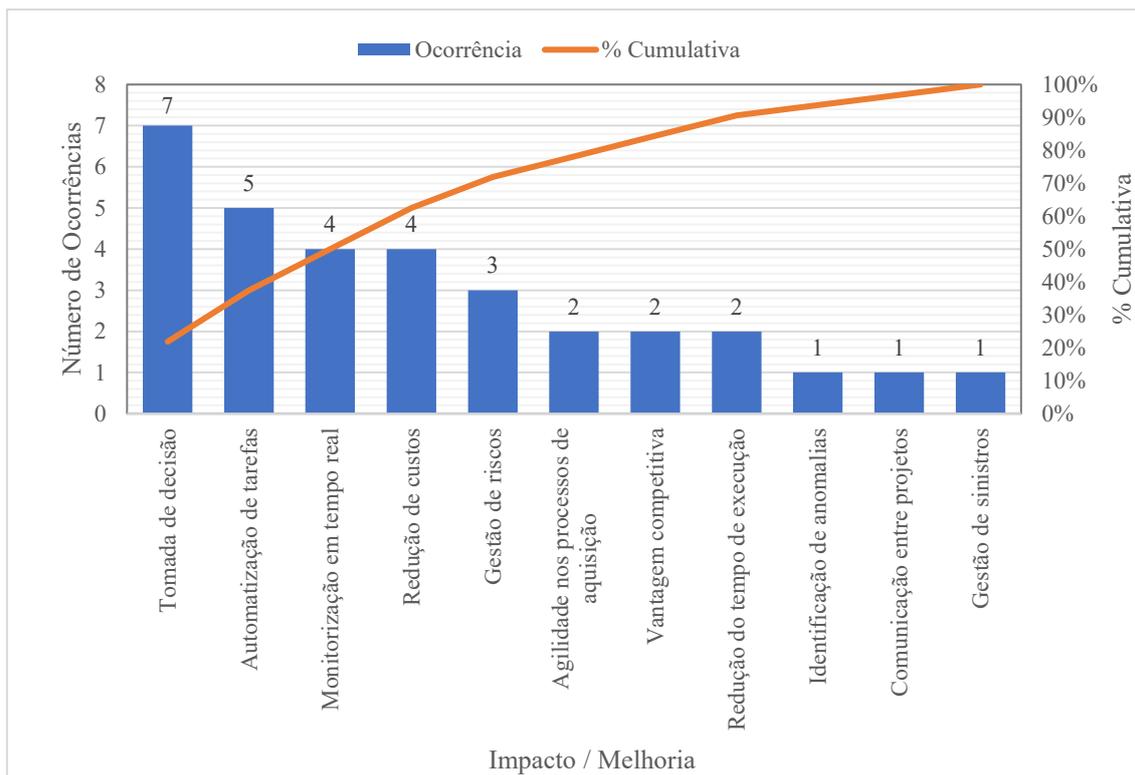


Figura 15 – Impacto / melhoria das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 à Gestão de Projetos.

Melhoria da tomada de decisão

A utilização das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 possibilita a tomada de decisão informada e ágil, pois, através da recolha, disponibilização e análise de dados mais rápida, é possível melhorar o processo de tomada de decisão no processo de Gestão de Projetos, possibilitando a melhoria dos resultados a serem alcançados com o projeto.

Conforme Rane & Narvel (2022), as tecnologias *Blockchain* e *IoT* apresentam-se como tecnologias promissoras para melhorar a agilidade dos processos de gestão de recursos em projeto, permitindo uma visibilidade clara das áreas certas para focar e tomar as decisões certas no momento certo.

Segundo Schimanski et al. (2019), o *BIM*, fornece quantificações e informações para estimar durações e custos dos processos construtivos, servindo como uma melhor base para a tomada de decisões em fases e sessões de planeamento antecipado, bem como um meio para visualização intuitiva do estado do projeto.

De acordo com Zgodavova et al. (2019), o uso de simulação e *RV* é o ponto de partida para a tomada de decisão de lançamento de novos projetos no âmbito da Indústria 4.0 e para a gestão de riscos a si associados, pois, com o uso de modelos virtuais que simulam a realidade, é possível antever pontos de melhoria nos futuros projetos e corrigir eventuais lacunas detetadas antes da sua execução na prática.

Automatização de tarefas

A utilização das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 possibilitam a melhoria do processo de automatização de tarefas, tornando os processos repetitivos e já realizados no passado mais ágil e automáticos.

Segundo Wachnik (2022), as expectativas dos gestores de projetos são superiores aos resultados a serem obtidos com as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos. No entanto, a AI pode ser implementada para apoiar a Gestão de Projetos, através da automatização de tarefas rotineiras e na assistência à identificação de anomalias no projeto.

Conforme Patsyuk et al. (2021), ainda que ao optar por utilizar as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 possa haver risco de segurança cibernética, é mais importante a racionalização da tomada de decisão com base na automatização por elas proporcionada na Gestão de Projetos.

De acordo com Jallow et al. (2022), através da utilização das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0, mais especificamente a AI, é possível executar de forma automatizada o processo de planeamento das etapas de um projeto de forma mais eficiente, através da recolha e utilização de dados e informações de projetos anteriores que sejam semelhantes.

Monitorização em tempo real

O uso das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 melhora a monitorização do *status* do projeto em tempo real, permitindo identificar imediatamente problemas e desvios na execução das etapas do projeto, facilitando a tomada proativa de ações de forma mais rápida e ágil, e garantindo que o projeto seja concluído dentro das restrições de custo, tempo e âmbito estabelecidas.

Mudassar et al. (2019), ao desenvolver um sistema de gestão inteligente de projetos que integra um CPS com um gémeo digital, verifica que o sistema criado ajuda os gestores de projeto a monitorizar o progresso do projeto em tempo real, possibilitando, prever e detetar gargalos, atrasos, falhas e até mesmo problemas futuros, por meio da análise dos dados recolhidos em tempo real. O sistema desenvolvido permite ações e decisões proativas, como a manutenção preditiva, interrupção de projetos e aumento de capacidade.

De acordo com Atuahene et al. (2020), a utilização de *Big data* na Gestão de Projetos na indústria da construção possibilita comunicações e atualizações do *status* do projeto em tempo real, entre o local de execução e a sede da empresa, contribuindo para uma resposta mais rápida e ágil a problemas ocorridos no local do projeto. Tal facilita a identificação de defeitos e as suas causas, ajudando a atingir os objetivos do projeto relativos a tempo, custo, qualidade e segurança.

Redução de custos

A aplicação das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0, possibilita ao gestor de projetos o controle, de forma a viabilizar a melhoria e a redução dos custos associados aos projetos, aperfeiçoando a sua performance.

Segundo Kianpour et al. (2021), o desenvolvimento de cronogramas dinâmicos e adaptativos através da automatização, de forma a incorporar as informações em tempo real sobre tempos de execução das etapas projeto, minimiza os custos de antecipação e atraso, o que resulta na redução dos custos associados aos projetos.

O estudo conduzido por Dallasega et al. (2016) aborda a utilização de documentos CAD associados a sistemas informáticos para criar um sistema de planeamento e controlo dos projetos através de regras predefinidas, de forma a controlar e reduzir os custos associados à execução dos projetos.

É importante destacar que uma gestão aprimorada dos riscos associados aos projetos também contribui para a redução de seus custos. Identificar, analisar e mitigar potenciais riscos de forma antecipada permite minimizar os elevados gastos com reparações, muitas vezes necessárias quando anomalias são detetadas após a conclusão de uma etapa ou atividade. De acordo com Jallow et al. (2022), a IA possibilita a melhor comunicação entre os diferentes projetos duma organização, permitindo a identificação, análise e mitigação de potenciais riscos de forma antecipada.

Capítulo 5 – Contributos do estudo

Após realizar o mapeamento das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 utilizadas e dos impactos e melhorias na Gestão de Projetos (capítulo 4), pretende-se efetuar uma correlação entre essas tecnologias/ferramentas e os impactos proporcionados na Gestão de Projetos, além de propor um modelo para a integração da Indústria 4.0 com a Gestão de Projetos. O objetivo é contribuir, para o aprofundamento do estudo do tema da presente dissertação, com indicações para investigadores, gestores de projetos e organizações sobre a seleção das tecnologias e ferramentas a serem utilizadas para alcançar as melhorias pretendidas e orientá-los no processo de integração entre as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 e a Gestão de Projetos, para que possam obter os melhores resultados na gestão de seus projetos.

5.1. Impactos das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos

Com base no cruzamento da informação entre as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 e dos impactos/melhorias definidos como relevantes na Gestão de Projetos, foi criada a Tabela 11. Esta apresenta uma matriz de correlação entre ferramentas e melhorias. A matriz de correlação apresentada, mostra como as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 podem transformar as práticas de Gestão de Projetos.

Pelas evidências da literatura, verificou-se que a tomada de decisão é aprimorada através da utilização de tecnologias e ferramentas como AI, IoT, *Big data*, BIM, *Blockchain*, sistemas de automação e/ou automatização de processos, CAD e RV. Devido ao potencial dessas tecnologias em fornecer dados em tempo real, permitir a análise preditiva e a realização de simulações, os gestores e as equipas de projetos podem tomar decisões estratégicas de forma informada.

A automatização de tarefas, possibilitada por tecnologias e ferramentas como a AI, IoT, *Big data*, BIM, automatização de processos, CAD e computação em nuvem, reduz a carga de trabalho manual e aumenta a eficiência na execução das tarefas associadas à gestão dos projetos.

A monitorização em tempo real, viabilizada pelas tecnologias e ferramentas como a IoT, *Big data*, BIM, CAD, computação em nuvem, gémeo digital e CPS, possibilita o acompanhamento do *status* do projeto de forma contínua, permitindo uma resposta rápida

a desvios e potenciais falhas, contribuindo para evitar atrasos e sobrecustos.

Como o custo é uma das restrições fundamentais associadas à Gestão de Projetos, a sua redução torna-se uma prioridade. Nesta questão relacionada com a redução de custos, as tecnologias e ferramentas como a IoT, automatização de processos, CAD e digitalização possibilitam a minimização dos desperdícios associados a execução dos projetos. Não obstante, o custo para implementação destas tecnologias e ferramentas pode ser elevado (custos de investimento e custos de operação ao longo do tempo de vida do projeto), exigindo uma análise rigorosa do tempo de retorno do investimento.

A gestão de riscos propiciada por tecnologias e ferramentas como a AI, IoT, *Big data*, *Blockchain*, computação em nuvem e RA, ajudam o gestor e equipa do projeto a identificar e mitigar riscos potenciais associados aos projetos.

Agilidade nos processos de aquisição possibilitada através da utilização de tecnologias e ferramentas como a IoT, *Big data*, *Blockchain*, sistemas de automação, BI e *chatbots*, tornam os processos de aquisições e compras dos projetos mais ágeis.

A vantagem competitiva promovida pela utilização da AI, possibilita a criação de um elemento diferenciador por parte das organizações que fazem utilização desta tecnologia no seu processo de Gestão de Projetos.

A redução do tempo de execução, viabilizada por tecnologias e ferramentas como o BIM, RA, RV e digitalização, proporciona a diminuição do tempo necessário para a concretização do projeto, pois, proporciona uma melhor elaboração do planeamento das tarefas a serem executadas, gerando uma sequência das atividades mais fluida e sem interrupções.

A identificação de anomalias possibilitada pela aplicação da AI, viabiliza a deteção de problemas e/ou desvios no projeto a serem corrigidos, de forma a garantir que, o que foi previsto como resultado das tarefas e metas do projeto seja efetivamente realizado/entregue.

A comunicação entre projetos promovida pela utilização da AI, melhora a troca de informações entre os diferentes projetos da organização, possibilitando o aprimoramento da sua gestão, principalmente através da melhoria do planeamento de projetos futuros, com base na utilização das lições aprendidas provenientes de projetos já executados.

Por fim, a gestão de sinistros, possibilitada através da aplicação do *Big data*, viabiliza a administração de incidentes, desde a ocorrência até à gestão da sua resolução.

Tabela 11 – Matriz de correlação entre as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 e os impactos/melhorias na Gestão de Projetos.

Impacto/Melhoria	Tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0															
	AI	IoT	Big data	BIM	Blockchain	Automação	Automatização	CAD	Computação em nuvem	RA	RV	BI	Chatbots	Digitalização	Gêmeo digital	CPS
Tomada de decisão	X	X	X	X	X	X	X	X			X					
Automatização de tarefas	X	X	X	X			X	X	X							
Monitorização em tempo real		X	X	X				X	X						X	X
Redução de custos		X					X	X						X		
Gestão de riscos	X	X	X		X				X	X						
Agilidade nos processos de aquisição		X	X		X	X						X	X			
Vantagem competitiva	X															
Redução do tempo de execução				X						X	X			X		
Identificação de anomalias	X															
Comunicação entre projetos	X															
Gestão de sinistros			X													

Conforme C. Marnewick & Marnewick (2020), há pouca pesquisa sobre os impactos da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos, tornando necessário repensar as práticas atuais e a forma como a Gestão de Projetos é afetada por essa revolução. Ainda segundo o autor, a Indústria 4.0 exige competências adicionais que vão além das técnicas, abrangendo também aptidões pessoais e sociais, sendo que os gestores de projetos precisam ser hábeis em competências processuais, sociais e pessoais, além de serem capazes de gerir diversas equipas.

Já os membros das equipas de projetos, também devem desenvolver competências sociais e pessoais. Para C. Marnewick & Marnewick (2020), a Gestão de Projetos e suas equipas enfrentam e enfrentarão novos desafios, que mudam tão rapidamente quanto a evolução das tecnologias associadas a esta revolução industrial.

De acordo com A. L. Marnewick & Marnewick (2020), a chegada da 4ª Revolução Industrial exige novas abordagens na gestão de equipes de projeto, devido à velocidade necessária para implementar as tecnologias da Indústria 4.0, que estão na dianteira dessa revolução. O autor aborda que, nesta era industrial, os gestores de projetos devem adotar um estilo de liderança servidora, pois a metodologia ágil é considerada a melhor abordagem de implementar projetos relacionados com a 4ª Revolução Industrial. Usar a abordagem ágil requer uma forma diferente de gerir os membros da equipe, distinta da formação tradicional que os gestores de projetos recebem ainda hoje a nível académico. Tal implica uma necessidade de mudança de mentalidade, que é um processo gradual e que não ocorre nem rápida nem imediatamente.

Tomando como base o exposto acima pelos autores, é reconhecida a necessidade de que ainda há muito a ser feito na capacitação dos gestores de projetos, tanto novos quanto experientes, no que diz respeito à aplicação e utilização das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 para melhorar a Gestão de Projetos.

Esta capacitação deve surgir desde a formação dos gestores de projeto a nível do ensino superior, quer nos cursos de graduação como em cursos de pós-graduação. No ensino superior, as disciplinas e cursos relacionados com a Gestão de Projetos trataram o tema de forma teórica e documental. Deve-se, portanto, apostar na lecionação e formação em tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 para que estas possam ser aplicadas com o objetivo de melhorar os resultados dos projetos e da sua gestão, capacitando melhor os profissionais que se preparam para atuar ou que já atuam como gestores de projetos na 4ª Revolução Industrial.

Um exemplo prático de como melhorar o ensino da Gestão de Projetos na 4ª Revolução Industrial é apresentado no estudo de Dallasega et al. (2020), que investigou os benefícios da introdução e aplicação das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 no ensino de Gestão de Projetos. Este verificou que o uso dessas tecnologias e ferramentas melhorou o desempenho e as competências necessárias para gerir projetos, aprimorando não apenas o desempenho académico, mas também preparando melhor os alunos para os desafios práticos do mercado de trabalho.

No âmbito profissional, ou seja, na área de Gestão de Projetos nas empresas, a tendência é seguir estritamente as metodologias de Gestão de Projetos adotadas pela gestão de topo, sem perceber que esses processos podem ser melhorados, automatizados e até simplificados com o uso das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0.

Atualmente, já se discute a Indústria 5.0, no entanto, a aplicação das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 para melhoria da Gestão de Projetos, é pouco discutida e aplicada, o que representa uma lacuna para o desenvolvimento do conhecimento e implementação de melhorias significativas na área. Além disso, o que se verifica é que as revoluções industriais ocorrem em intervalos de tempo cada vez menores. No entanto, muitas organizações e setores demoram a absorver e aplicar os conhecimentos desenvolvidos, criando um grande hiato entre o estado atual dessas áreas e as propostas provenientes da revolução industrial contemporânea.

5.2. Proposta de modelo de integração da Indústria 4.0 e Gestão de Projetos

Para fornecer aos gestores de projetos e organizações um modelo estruturado que apoie o processo de integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 à Gestão de Projetos, visando alcançar os impactos e melhorias almejados, foi elaborada uma proposta de orientação composta por seis etapas, denominada IPIRAC, baseada na metodologia de melhoria contínua *Plan, Do, Check, Act* (PDCA). De acordo com Ricci et al. (2021), o método PDCA auxilia na resolução de problemas e na tomada de decisões de forma organizada. As seis etapas são as seguintes:

1 – Identificação (I)

Nesta etapa, o gestor de projetos deve procurar compreender as principais deficiências e oportunidades de melhoria no processo de Gestão de Projetos. Para isso, pode utilizar indicadores para analisar o desempenho da Gestão de Projetos e, com base neles, identificar os pontos de melhoria e a prioridade de implementação. Durante esta fase, é altamente recomendável consultar os resultados apresentados na Tabela 11, pois esta pode fornecer uma visão sobre quais as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 que podem ser implementadas e integradas na Gestão de Projetos para alcançar as melhorias pretendidas. Uma vez identificadas as principais deficiências ou oportunidades de melhoria e o benefício pretendido, deve-se avançar para a etapa seguinte, referente ao planejamento.

2 – Planeamento (P)

Nesta fase, o gestor de projetos, já conhecendo as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 que precisa que sejam implementadas para alcançar as melhorias pretendidas, deve estudar cuidadosamente e elaborar um plano de ação para a implementação e integração dessas tecnologias e ferramentas à Gestão de Projetos. A criação do plano de ação pode exigir a participação de outros setores da organização. Portanto, o gestor de projetos deve estar atento e envolver os setores necessários, procurando aumentar a probabilidade de sucesso da implementação e integração das tecnologias e ferramentas.

Além disso, é importante que o gestor de projetos quantifique financeiramente o valor a ser investido na adoção da tecnologia e/ou ferramenta selecionada, demonstrando à organização como o investimento se pagará ao longo do tempo (retorno do investimento). O gestor de projetos também deve destacar os benefícios e impactos esperados tanto para a Gestão de Projetos quanto para a organização como um todo.

3 – Integração (I)

Esta etapa refere-se à implementação do planeamento elaborado, tendo cuidado para garantir a consecução do que foi planeado e executado, tanto em termos de entregáveis do projeto quanto de execução financeira. O objetivo é assegurar a integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 com a Gestão de Projetos, de forma a alcançar os benefícios e melhorias pretendidas, tanto para a Gestão de Projetos quanto para a organização. Durante esta etapa, é importante verificar a conformidade entre o que foi planeado e o que foi efetivamente entregue ou executado.

4 – Revisão (R)

É importante que, não somente no fim, mas ao longo de todo o processo de integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 com a Gestão de Projetos, sejam definidos marcos (*milestones*) que possibilitem verificar a conformidade entre o que foi planeado e o que foi efetivamente entregue ou executado. Caso alguma divergência seja identificada entre o que foi planeado e o que foi entregue ou executado, deve ser realizada a revisão do processo de integração, de forma a alinhar o ponto divergente ao que foi planeado. Se necessário, deve-se traçar ações de correção para ajustar o que foi entregue ou executado ao que foi especificado e planeado.

5 – Avaliação (A)

Após a revisão da etapa de implementação do processo de integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 com a Gestão de Projetos é essencial realizar a avaliação dos resultados da solução implementada, de modo a garantir a conformidade com o planeado inicialmente. A avaliação pode incluir a comparação dos resultados dos indicadores (como por exemplo, o cumprimento de prazos e custos, alcance de entregáveis estipulados (*project deliverables*)), inicialmente utilizados na etapa de identificação para analisar o desempenho da Gestão de Projetos e identificar os pontos de melhoria, antes e depois da implementação da solução de integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0. Esta avaliação permite desta forma verificar se os resultados alcançados estão conforme ou não ao que foi previsto de se obter com a implementação da integração.

Durante a avaliação, se os resultados obtidos não estiverem em conformidade com o previsto, é importante identificar as causas do desvio em relação ao planeamento inicial. Deve-se analisar o que originou o desvio e avaliar se a tecnologia ou ferramenta implementada é viável para o projeto e para o setor de atividade da organização. Se a tecnologia ou ferramenta for adequada e outros desvios forem identificados, deve-se reavaliar o planeamento inicial para corrigir os desvios e alcançar a melhoria pretendida na Gestão de Projetos. Caso contrário, deve-se retornar à etapa de identificação para procurar uma tecnologia ou ferramenta mais alinhada com o projeto e o setor de atividade da organização.

6 – Consolidação (C)

Após verificar durante a etapa de avaliação que o resultado esperado da integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 com a Gestão de Projetos está em conformidade com o que foi planeado, deve-se iniciar a etapa de consolidação das práticas desenvolvidas. O processo de consolidação envolve padronizar e sistematizar procedimentos em relação ao que foi implementado. Isso inclui documentar as etapas realizadas, não apenas para fornecer suporte à equipa de gestão do projeto que está a utilizar a solução implementada, mas também para facilitar análises futuras e a identificação de melhorias para resolver eventuais problemas que possam ocorrer. Verificada a consolidação, a estratégia implementada pode ser aplicada a outros projetos com o mesmo âmbito. Esta é uma das principais mais-valias deste modelo de integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 com a Gestão de Projetos. Ou seja, propor

uma metodologia estruturante e passível de ser replicada, desde que cumpridos os requisitos de integração tecnológica previamente mencionados.

Assim, através da aplicação das etapas desta proposta de modelo IPIRAC, é possível estruturar o processo de integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 com a Gestão de Projetos, desde a identificação da melhoria pretendida até ao seu planeamento e implementação, incluindo a revisão da solução implementada, a avaliação dos resultados obtidos com a integração, até o processo de consolidação da solução implementada.

Através da Figura 16, pode-se visualizar de forma esquemática o modelo IPIRAC proposto, que visa apoiar os gestores de projetos e as organizações durante o processo de implementação e integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 com a Gestão de Projetos.

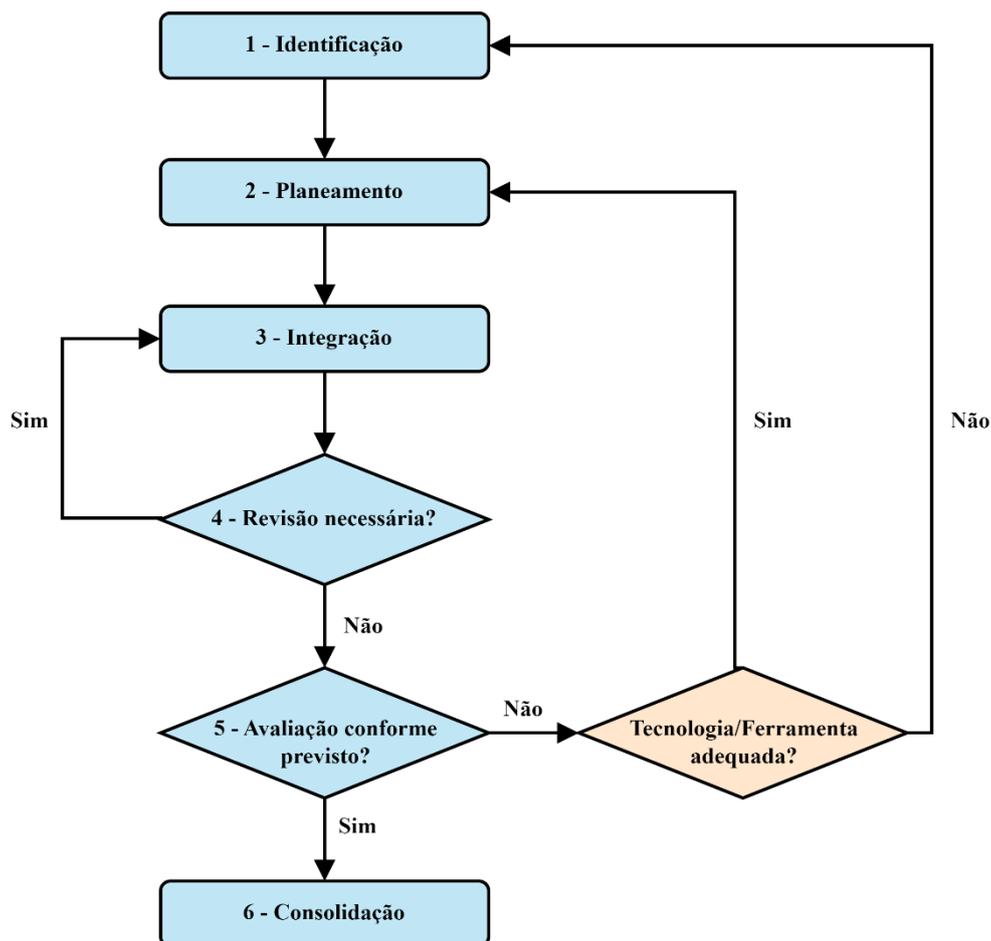


Figura 16 – Modelo IPIRAC de integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 à Gestão de Projetos.

Capítulo 6 – Conclusão e considerações finais

6.1. Principais conclusões

O principal objetivo da presente dissertação de mestrado foi verificar, através da literatura, os principais impactos das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na melhoria da Gestão de Projetos. Para isso, foi realizada uma RSL, investigando e identificando as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 que são mais aplicadas e que mais impacto têm nas diferentes etapas da Gestão de Projetos.

Através da meta análise dos dados provenientes do processo de RSL, verificou-se que dos documentos selecionados e que compõe a base de dados da pesquisa, o ano em que houve o maior número de publicações foi o ano de 2021. Em relação ao documento com o maior número de citações foi identificado com documento “*Key resources for industry 4.0 adoption and its effect on sustainable production and circular economy: An empirical study*” de autoria de Bag et al. (2021), com 204 citações. Em relação aos países de origem dos estudos considerados na RSL, com o maior número de documentos publicados, destacam-se a Índia e a África do Sul ambos os países com 4 documentos contidos dentre os selecionados. Em relação às palavras-chave com o maior número de ocorrência entre os documentos selecionados, estão: *project management* e *industry 4.0*. De igual forma, os principais *clusters* identificados estão associados às palavras-chaves *project management* e *industry 4.0*.

Através da análise dos resultados da RSL, verificou-se que a tipologia de estudo mais utilizada nos documentos científicos selecionados foi o estudo de caso. Já o setor que mais realizou estudos e publicou documentos científicos, sobre a aplicação da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos, foi a indústria da construção. Essa alta proporção de estudos pode ser explicada pela complexidade característica dos projetos no setor da construção, os quais frequentemente enfrentam desafios relacionados à gestão de diversas partes interessadas, prazos rigorosos e orçamentos limitados. Além disso, a indústria da construção tem se beneficiado com a implementação de tecnologias como BIM, IoT e *Big data*, as quais promovem maior eficiência, transparência e controle. Por isso, esses fatores possivelmente tornam este setor um campo natural para investigações acadêmicas e para a aplicação prática das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 para melhoria da Gestão de Projetos, refletindo a necessidade constante de inovação para atender às crescentes demandas por sustentabilidade e aumento da produtividade.

Ainda analisando os resultados da RSL, relativo aos impactos da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos, verificou-se que 62% dos 34 documentos científicos, possuem nível de classificação do contributo para a pesquisa classificado entre Alta e Média, o que evidencia uma escassez de documentos científicos que abordam os impactos e melhorias proporcionadas pela aplicação e integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos. Em relação às tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 aplicadas para a melhoria dos resultados da Gestão de Projetos, a AI emergiu como a principal ferramenta/tecnologia usada para melhorar a Gestão de Projetos, especialmente no que se refere à melhoria do processo de tomada de decisão, frequentemente complexo devido às muitas variáveis que podem influenciar os resultados dos projetos.

Em relação aos principais impactos e melhorias proporcionados pela integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 e a Gestão de Projetos, destaca-se a melhoria no processo de tomada de decisão, possibilitando aos gestores de projetos e organizações a tomada de decisões mais informadas e com base em dados e análises, reduzindo e/ou eliminando o empirismo.

Após a seleção e análise criteriosa dos documentos científicos classificados como relevantes para o desenvolvimento da pesquisa, foram identificados os impactos e benefícios associados às tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0. Isso resultou na identificação dos impactos e melhorias associados às tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0, o que possibilitou a criação de uma matriz de correlação. Esta permite a consulta sobre quais tecnologias e ferramentas que podem ser aplicadas para alcançar os impactos e melhorias pretendidos, servindo como um importante instrumento de suporte para investigadores, profissionais e organizações da área de Gestão de Projetos. Também foi proposto um modelo de integração da Indústria 4.0 com a Gestão de Projetos contendo seis etapas, denominado IPIRAC, baseado no ciclo PDCA. Este modelo visa fornecer uma estrutura para a implementação e integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 com a Gestão de Projetos. A proposta abrange desde a identificação da tecnologia e ferramenta a ser implementada, através da identificação da melhoria pretendida na Gestão de Projetos, até a sua consolidação. As etapas deste modelo incluem: a identificação das melhorias necessárias e das tecnologias e ferramentas a serem utilizadas para alcançar essas melhorias; o planeamento das etapas de implementação e a integração das tecnologias e ferramentas identificadas com a Gestão de Projetos, bem como o planeamento financeiro da solução pretendida; a integração das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 à Gestão de Projetos conforme o planeamento realizado;

revisão da etapa de integração para corrigir desvios e garantir a conformidade entre o planejado e o executado/entregue; avaliação dos resultados antes e depois da implementação da integração, para verificar se os resultados inicialmente previstos foram alcançados; e a consolidação e documentação do que foi implementado, para servir como referência para futuras propostas de melhoria ou manutenção.

Conforme verificado e evidenciado nos capítulos 4 e 5 desta dissertação, e de forma a responder à pergunta de investigação da presente dissertação, que é “*Quais os principais impactos das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na melhoria da Gestão de Projetos?*”, a literatura indica que a Indústria 4.0 contribui para a melhoria da Gestão de Projetos.

No entanto, para que as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 sejam integradas nos processos de Gestão de Projetos, é crucial que os gestores acompanhem de perto as novas tendências tecnológicas. Isso envolve a adaptação das metodologias tradicionais e ágeis de Gestão de Projetos às novas tendências tecnológicas, além da procura incessante por conhecimento sobre como aplicar e utilizar essas mesmas ferramentas. Embora as novas tecnologias possam parecer desafiadoras para alguns gestores, é importante destacar que o conhecimento tradicional associado à Gestão de Projetos ainda é fundamental e depende mais de aspetos humanos do que tecnológicos.

Durante o processo de pesquisa, verificou-se na literatura que a aplicação das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na melhoria da Gestão de Projetos ainda se encontra num estado inicial. Portanto, é de extrema importância aprofundar as pesquisas para viabilizar a aplicação dessas tecnologias, melhorando a Gestão de Projetos e garantindo melhores resultados para as organizações, seja em termos de âmbito, prazo ou custo, de acordo com as restrições a serem geridas ao longo das etapas de planejamento, execução, monitorização, controlo e conclusão do projeto.

6.2. Limitações do estudo

Nesta secção apresentam-se as principais limitações relacionadas com processo de elaboração do estudo. Devido à dificuldade de acesso a organizações e profissionais da área de Gestão de Projetos que possam fazer uso das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 para melhorar a gestão de seus projetos, esta dissertação baseou-se na realização de uma RSL com o objetivo de explorar na literatura os impactos e melhorias proporcionados pela aplicação dessas tecnologias e ferramentas na Gestão de Projetos.

Embora a Indústria 5.0 seja mencionada, a dissertação focou-se apenas nos impactos e melhorias proporcionados pelas tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0.

Outra limitação desta RSL refere-se que, apesar de o tema de investigação ser contemporâneo, a literatura disponível é escassa, o que exigiu a utilização de uma abordagem exploratória para reunir material suficiente a ser estudado. Embora a plataforma de consulta contenha muitos documentos relacionados à Gestão de Projetos e à Indústria 4.0, muitos destes se concentram em como utilizar a Gestão de Projetos para aprimorar a implementação de projetos na Indústria 4.0, em vez de explorar a aplicação e integração das tecnologias e ferramentas desta nova revolução industrial na melhoria da própria Gestão de Projetos.

6.3. Sugestão de investigação futura

Nesta secção apresentam-se as principais sugestões de investigação futura sobre o tema da presente dissertação, nomeadamente na procura de melhorar os resultados da Gestão de Projetos através da utilização de tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0.

Como principal sugestão, recomenda-se a aplicação prática dos itens abordados no capítulo 5 no setor de Gestão de Projetos de uma organização. O objetivo é verificar, na prática, se os impactos e melhorias identificados na Gestão de Projetos podem ser alcançados através da implementação das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0, conforme correlacionado na Tabela 11 e implementado de acordo com as etapas da abordagem IPIRAC que é proposta.

Além disso, recomenda-se a realização do mapeamento das organizações que fazem, ou passaram a fazer, uso das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 para melhorar os resultados relacionados à gestão dos seus projetos. Este mapeamento permitirá a realização de estudos de caso para documentar não apenas os impactos e melhorias, mas também os desafios enfrentados durante o processo de implementação dessas tecnologias e ferramentas na Gestão de Projetos.

Outra sugestão é aprofundar a investigação sobre como melhorar o processo de formação dos atuais e futuros gestores e profissionais que atuam na Gestão de Projetos. O objetivo é integrar o uso das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 nos cursos de graduação e pós-graduação, de forma a instruir e capacitar esses profissionais, sobre como aplicar essas tecnologias e ferramentas para melhorar os resultados na Gestão de Projetos e, conseqüentemente, os resultados dos projetos das organizações.

Referências bibliográficas

- Abdulhameed, O., Al-Ahmari, A., Ameen, W., & Mian, S. H. (2019). Additive manufacturing: Challenges, trends, and applications. *Advances in Mechanical Engineering*, *11*(2), 168781401882288. <https://doi.org/10.1177/1687814018822880>
- Albertos, T., & Ribeiro, P. (2022). *Proposition of a Method for Project Management in Industry 4.0* (pp. 333–343). https://doi.org/10.1007/978-3-030-96293-7_30
- Andrade, L. de C., & Hervé, M. (2023). Pessoa vs máquina uma análise dos impactos da inteligência artificial na gestão de pessoas. *Gestão e Gerenciamento*, *20*(20). <https://nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento/article/view/956>
- André, M. (2013). O que é um estudo de caso qualitativo em educação? *Revista da FAEEBA: Educação e Contemporaneidade*, *22*(40), 95–103. http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-70432013000200009&lng=pt&tlng=
- Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT]. (2000). *NBR ISO 10006: Gestão da qualidade – Diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos*. Rio de Janeiro, Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Atuahene, B. T., Kanjanabootra, S., & Gajendran, T. (2020). Benefits of Big data application experienced in the construction industry: A case of an Australian construction company. In L. Scott & C. J. Neilson (Eds.), *ARCOM 2020 - Association of Researchers in Construction Management, 36th Annual Conference 2020 - Proceedings* (pp. 346–355). Association of Researchers in Construction Management. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85096955164&partnerID=40&md5=e23007e1670be622fa916d054cebd416>
- Axelos. (2017). *Managing Successful Projects with PRINCE2* (6^a ed.). Axelos, Global Best Practice.
- Bag, S., Yadav, G., Dhamija, P., & Kataria, K. K. (2021). Key resources for industry 4.0 adoption and its effect on sustainable production and circular economy: An empirical study. *Journal of Cleaner Production*, *281*, 125233. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125233>
- Baptista, G., & Figueiredo, J. (2017). *Impacto da transformação digital nas organizações: um estudo sobre diferentes abordagens de condução do processo de transformação*.

- Basso, C. V., & Pagliarin, L. L. P. (2024). Acolhimento de professoras iniciantes de educação infantil: Análise de estado do conhecimento. *Olhares: Revista Do Departamento de Educação Da Unifesp*, 12(1). <https://doi.org/10.34024/olhares.2024.v12.14995>
- Bierwolf, R., Romero, D., Pelk, H., & Stettina, C. J. (2017). On the future of project management innovation: A call for discussion towards project management 2030. *2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, 689–698. <https://doi.org/10.1109/ICE.2017.8279952>
- Blackburn-Grenon, F., Abran, A., Rioux, M., & Wong, T. (2021). A Team-Based Workshop to Capture Organizational Knowledge for Identifying AI Proof-of-Value Projects. *IEEE Engineering Management Review*, 49(2), 181–195. <https://doi.org/10.1109/EMR.2021.3063688>
- Brizola, J., & Fantin, N. (2017). Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. *Revista De Educação Do Vale Do Arinos - RELVA*, 3(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.30681/relva.v3i2.1738>
- Cabeças, A., & Marques da Silva, M. (2021). Project Management in the Fourth Industrial Revolution. *Techno Review. International Technology, Science and Society Review /Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 9(2), 79–96. <https://doi.org/10.37467/gka-revtechno.v9.2804>
- Cakmakci, M. (2019). *Interaction in Project Management Approach Within Industry 4.0* (pp. 176–189). https://doi.org/10.1007/978-3-030-18715-6_15
- Carneiro, L. B., Silva, A. C. C. L. M., & Alencar, L. H. (2018). Scrum Agile Project Management Methodology Application for Workflow Management: A Case Study. *2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 938–942. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607356>
- Carneiro, P. F. G., & Souza, J. A. C. de. (2020). *Análise sobre a importância da Gestão de Projetos no planejamento das organizações*. ConBRepro: X Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/09142020_090930_5f5f61b248b2e.pdf
- Ceolin, S. R., Rizzetti, T. A., De Azevedo, R. P., Machado, J. S., & Da Silva, P. L. M. (2023). Conexões de rede em realidade virtual. *Revista Contemporânea*, 3(07), 7965–7989. <https://doi.org/10.56083/RCV3N7-034>

- Cerezo-Narváez, A., Otero-Mateo, M., & Pastor-Fernandez, A. (2017). Development of professional competences for industry 4.0 project management. *7th IESM Conference*.
- Corbin, J., & Strauss, A. (1990). Grounded Theory Research: Procedures, Canons, and Evaluative Criteria. *Qualitative Sociology*, *13*(1), 3–20.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (2^a ed.). Sage Publications, Inc.
- Da Silva, A. S., & Kieling, A. C. (2023). Os desafios da comunicação no engajamento com os stakeholders em Gestão de Projetos: The challenges of communication in the engagement with stakeholders on project management. *Brazilian Journal of Business*, *5*(1), 536–547. <https://doi.org/10.34140/bjbv5n1-034>
- Dallasega, P., Frosolini, M., & Matt, D. T. (2016). An approach supporting real-time project management in plant building and the construction industry. *Proceedings of the Summer School Francesco Turco, 13-15-September-2016*, 247–251. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85006001520&partnerID=40&md5=90d57d53903bd9c5e6b9afd53e747953>
- Dallasega, P., Revolti, A., Sauer, P. C., Schulze, F., & Rauch, E. (2020). BIM, Augmented and Virtual Reality empowering Lean Construction Management: a project simulation game. *Procedia Manufacturing*, *45*, 49–54. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.059>
- de Alencar, K. C., Santiago, S. B., de Oliveira Júnior, M. C., de Lima, O. P., & de Araujo, P. C. D. (2022). Nível de Maturidade na Indústria 4.0 - Estudo de caso de uma indústria de eletroeletrônicos do parque industrial de Manaus. *Revista de Gestão e Secretariado*, *13*(4), 2296–2313. <https://doi.org/10.7769/gesec.v13i4.1473>
- De Almeida, J. F., Amaral, D. C., & Coelho, R. T. (2021). Innovative Framework to manage New Product Development (NPD) Integrating Additive Manufacturing (AM) and Agile Management. *Procedia CIRP*, *103*, 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.10.020>
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-33143-5>
- Elsevier. (2023, October 29). *Relações públicas*. Elsevier. <https://www.elsevier.com/pt-br/publisher-relations>

- Enciclopédia Significados. (2024). *Significado de Kanban*. Enciclopédia Significados. <https://www.significados.com.br/kanban/>
- Erp, T. van, Rytter, N. G. M., Sieckmann, F., Larsen, M. B., Blichfeldt, H., & Kohl, H. (2021). Management, Design, and Implementation of Innovation Projects: Towards a Framework for Improving the Level of Automation and Digitalization in Manufacturing Systems. *2021 9th International Conference on Control, Mechatronics and Automation (ICCMA)*, 211–217. <https://doi.org/10.1109/ICCMA54375.2021.9646214>
- Estevan Jr., S. L., Leme, M. O., & Santos, M. M. D. (2018). *Indústria 4.0: fundamentos, perspectivas e aplicações*. São Paulo: Érica.
- Fischer, T. (2012). Gestão social do desenvolvimento de territórios. *Revista Psicologia Organizações e Trabalho*, 12(1), 113–119. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-66572012000100010&lng=pt&tlng=pt
- Franco, M. L. P. B. (2005). *Análise de conteúdo* (2ª ed.). Liber Livros Editora.
- Freire, A. (2023). *Gestão Moderna: Sucesso nos Negócios Tradicionais e Digitais*. Lisboa: Bertrand Editora.
- Galvão, M. C. B., & Ricarte, I. L. M. (2019). Revisão sistemática da literatura: Conceituação, Produção e Publicação. *Logeion: Filosofia Da Informação*, 6(1), 57–73. <https://doi.org/10.21728/logeion.2019v6n1.p57-73>
- Galvão, T. F., & Pereira, M. G. (2014). Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 23(1), 183–184. <https://doi.org/10.5123/s1679-49742014000100018>
- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>
- Gido, J., Clements, J., & Baker, R. (2018). *Gestão de Projetos* (7ª ed.). São Paulo: Cengage.
- Gokulakrishnaa, R. K., & Thirunavukkarasu, S. (2023). Industry 4.0 Concepts in Pest Management. *International Journal of Agriculture Environment and Biotechnology*, 16(2), 81–93. <https://doi.org/10.30954/0974-1712.02.2023.5>
- Gomes, L. S. (2016). *A utilização das sete ferramentas da qualidade no controle da qualidade dos projetos*. [Dissertação de Pós-Graduação Lato Sensu, Universidade

http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K233366.pdf

- Gou, S., Pan, F., Zhu, C., Tong, J., Li, G., & Wu, C. (2022). Data Mining and Analysis of Large-Scale Cross-Sea Bridge Construction Management based on Digital Management Platform. In W. Xiao & Y. Li (Eds.), *ICETIS 2022 - 7th International Conference on Electronic Technology and Information Science* (pp. 604–607). VDE VERLAG GMBH.
- Heldman, K. (2005). *Gerência de projeto: fundamentos: um guia prático para quem quer certificação em gerência de projetos*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Hirman, M., Benesova, A., Steiner, F., & Tupa, J. (2019). Project Management during the Industry 4.0 Implementation with Risk Factor Analysis. *Procedia Manufacturing*, 38, 1181–1188. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.208>
- Hsieh, H.-F., & Shannon, S. E. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277–1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- Instituto Português da Qualidade [IPQ]. (2015). *NP EN ISO 9000: Sistemas de Gestão da Qualidade. Fundamentos e vocabulário* (3ª ed.). Caparica, Portugal: Instituto Português da Qualidade.
- Ivanov, D., Sethi, S., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2018). A survey on control theory applications to operational systems, supply chain management, and Industry 4.0. *Annual Reviews in Control*, 46, 134–147. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2018.10.014>
- Jallow, H., Renukappa, S., Suresh, S., & Rahimian, F. (2022). Artificial Intelligence and the UK Construction Industry – Empirical Study. *Engineering Management Journal*, 35(4), 420–433. <https://doi.org/10.1080/10429247.2022.2147381>
- Kaasinen, E., Anttila, A.-H., Heikkilä, P., Laarni, J., Koskinen, H., & Väättänen, A. (2022). Smooth and Resilient Human–Machine Teamwork as an Industry 5.0 Design Challenge. *Sustainability*, 14(5), 2773. <https://doi.org/10.3390/su14052773>
- Kerzner, H. (2009). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling* (10ª ed.). John Wiley & Sons.
- Kerzner, H. (2021). *Gerenciamento de projetos: uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle* (2ª ed.). São Paulo: Blucher.
- Kianpour, P., Gupta, D., Krishnan, K. K., & Gopalakrishnan, B. (2021). Automated job shop scheduling with dynamic processing times and due dates using project

- management and industry 4.0. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 38(7), 485–498. <https://doi.org/10.1080/21681015.2021.1937725>
- Kohls-Santos, P., & Morosini, M. C. (2021). O revisitar da metodologia do estado do conhecimento para além de uma revisão bibliográfica. *Revista Panorâmica Online*, 33.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Lima, R. M., Mesquita, D., Aquere, A. L., & de Jesus, C. (2020). Evaluation of a pilot course of project management for industry 4.0. In R. M. Lima, V. Villas-Boas, P. Koomsap, & K. Sethanan (Eds.), *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education* (Vol. 10, pp. 271–278). University of Minho. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85090844295&partnerID=40&md5=2c4e355f596269bafea412e3138dc8b6>
- Lins, T., Oliveira, R. A. R., Correia, L. H. A., & Silva, J. S. (2018). Industry 4.0 Retrofitting. *2018 VIII Brazilian Symposium on Computing Systems Engineering (SBESC)*, 8–15. <https://doi.org/10.1109/SBESC.2018.00011>
- Lopes, L. M. D., Vidotto, K. N. S., Pozzebon, E., & Ferenhof, H. A. (2019). Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: Uma revisão sistemática. *Educação Em Revista*, 35. <https://doi.org/10.1590/0102-4698197403>
- Marnewick, A. L., & Marnewick, C. (2020). The Ability of Project Managers to Implement Industry 4.0-Related Projects. *IEEE Access*, 8, 314–324. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2961678>
- Marnewick, C., & Marnewick, A. L. (2020). The Demands of Industry 4.0 on Project Teams. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(3), 941–949. <https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2899350>
- Maschio, I. (2017). Influência das Competências do Gerente de Projetos no Desenvolvimento de Projetos. *UNISUL*. <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/12046>
- Miguel, A. (2013). *Gestão Moderna de Projetos: Melhores Práticas e Técnicas* (7ª ed.). FCA.
- Miranda, D., Hardy, A., & Watts, R. (2023). Project Management Methodologies All PMs Should Know. *Forbes Advisor*. <https://www.forbes.com/advisor/business/project-management-methodologies/>

- Mudassar, R., Zailin, G., Jabir, M., Lei, Y., & Hao, W. (2019). Digital twin-based smart manufacturing system for project-based organizations: A conceptual framework. In M. Dessouky & Q. Zhao (Eds.), *Proceedings of International Conference on Computers and Industrial Engineering, CIE* (Vols. 2019-October). Computers and Industrial Engineering. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85079482176&partnerID=40&md5=3bb2f86f390c15375ca453a974a64d78>
- Nwobodo-Anyadiegwu, E. N., Sikhakhane, Z., & Lumbwe, A. K. (2022). The Integration of Industry 4.0 into Corporate Social Responsibility Projects: A Review. *2022 IEEE 28th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) & 31st International Association For Management of Technology (IAMOT) Joint Conference*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICE/ITMC-IAMOT55089.2022.10033257>
- Oliveira, I. C., & Vasques-Menezes, I. (2018). Revisão de literatura: o conceito de gestão escolar. *Cadernos de Pesquisa*, 48(169), 876–900. <https://doi.org/10.1590/198053145341>
- Oliveira, R. R., & Martins, H. C. (2018). Estratégia, Pessoas e Operações como agentes influenciadores do desempenho do Escritório de Gerenciamento de Projetos: uma análise por meio da Modelagem de Equações Estruturais. *Gestão & Produção*, 25(2), 410–429. <https://doi.org/10.1590/0104-530x2294-16>
- Pais, M., & Passos, C. (2023). A Indústria 4.0 como vantagem competitiva no setor automóvel. *Gestão e Desenvolvimento*, 0(31). <https://doi.org/10.34632/gestaoedesenvolvimento.2023.12763>
- Palmeira, L. L. de L., Cordeiro, C. P. B. S., & Prado, E. C. Do. (2020). A análise de conteúdo e sua importância como instrumento de interpretação dos dados qualitativos nas pesquisas educacionais. *Cadernos de Pós-Graduação*, 19(1), 14–31. <https://doi.org/10.5585/cpg.v19n1.17159>
- Patsyuk, E. V., Krutilin, A. A., Kiseleva, M. N., Lisina, L. M., & Liberovskaya, A. N. (2021). “Smart Technologies” in Project Management: Rationalization of Decision Making or a Source of New Risks for Information Security (pp. 77–84). https://doi.org/10.1007/978-3-030-59126-7_9
- Pereira, R., & Santos, N. (2022). Indústria 5.0: reflexões sobre uma nova abordagem paradigmática para a indústria. *XLVI Encontro da ANPAD - EnANPAD 2022*. <https://www.researchgate.net/publication/363474786>

- Pinilla, L. S., Bengfort, S., Mikhridinova, N., de Lacalle, N. L., Wolff, C., & Gandarias, N. T. (2020). Patterns for International Cooperation between Innovation Clusters. Cases of CFAA and ruhrvalley. *2020 IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/E-TEMS46250.2020.9111695>
- Podgórska, M. (2022). Challenges and Perspectives in Innovative Projects Focused on Sustainable Industry 4.0—A Case Study on Polish Project Teams. *Sustainability*, *14*(9), 5334. <https://doi.org/10.3390/su14095334>
- PRISMA. (2023, October 29). *PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases and registers only*. PRISMA. <http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram>
- Project Management Institute [PMI]. (2021). *Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (PMBOK) (7ª ed.)*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Ralph, B. J., Sorger, M., Schödinger, B., Schmölzer, H.-J., Hartl, K., & Stockinger, M. (2021). Implementation of a Six-Layer Smart Factory Architecture with Special Focus on Transdisciplinary Engineering Education. *Sensors*, *21*(9), 2944. <https://doi.org/10.3390/s21092944>
- Rane, S. B., & Narvel, Y. A. M. (2021). Leveraging the industry 4.0 technologies for improving agility of project procurement management processes. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, *12*(6), 1146–1172. <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01331-4>
- Rane, S. B., & Narvel, Y. A. M. (2022). Data-driven decision making with Blockchain-IoT integrated architecture: a project resource management agility perspective of industry 4.0. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, *13*(2), 1005–1023. <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01377-4>
- Resende, B., & Santos, M. G. dos. (2019). Virtualização e educação: Desafios além da realidade. *24º Seminário Internacional de Educação, Tecnologia e Sociedade*, *8*(1). <https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1420>
- Ribeiro, A., Amaral, A., & Barros, T. (2021). Project Manager Competencies in the context of the Industry 4.0. *Procedia Computer Science*, *181*, 803–810. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.233>
- Ricci, G. M., Magrini, R. C., & Pandolfi, M. A. C. (2021). Ciclo PDCA como ferramenta da qualidade para a melhoria em serviços. *Revista Interface Tecnológica*, *18*(1), 537–545. <https://doi.org/10.31510/infav18i1.1122>

- Sacomano, J. B., Gonçalves, R. F., Da Silva, M. T., Bonilla, S. H., & Sátyro, W. C. (2018). *Indústria 4.0: conceitos e fundamentos*. São Paulo: Blucher.
- Salehi, V. (2020). Development of an Agile Concept for MBSE for Future Digital Products through the Entire Life Cycle Management Called Munich Agile MBSE Concept (MAGIC). *Computer-Aided Design and Applications*, 17(1), 147–166. <https://doi.org/10.14733/cadaps.2020.147-166>
- Santos, F. A. L., Gomes, A. F., & Santos, M. O. (2023). Práticas de gestão: uma análise em escolas públicas do interior da Bahia. *Seven Editora*, 1564–1585. <https://doi.org/https://doi.org/10.56238/sevedi76016v22023-099>
- Saunders, M. N. K., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research Methods For Business Students* (8^a ed.). Pearson.
- Schimanski, C. P., Monizza, G. P., Marcher, C., & Matt, D. T. (2019). *Conceptual Foundations for a New Lean Bim-Based Production System in Construction*. 877–888. <https://doi.org/10.24928/2019/0106>
- Schwab, K. (2016). *A Quarta Revolução Industrial* (1^a ed.). São Paulo: Edipro.
- Silva, F. M. da, Filho, A. L. M., & Tavares, R. (2018, November 15). *Uma análise comparativa das principais metodologias de Gerenciamento de Projetos*. https://doi.org/10.14488/ENEGEP2018_TN_STO_258_486_36174
- Simion, C.-P., Popa, S.-C., & Albu, C. (2018). Project Management 4.0 - Project Management in the digital era. *12^o International Management Conference "Management Perspectives in the Digital Era,"* 12(1), 93–100.
- Souza, C. S. de, & Silva, M. V. da. (2023). A importância da liderança nas organizações. *Revista Multidisciplinar Do Nordeste Mineiro*, 2(1). <https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/936>
- Stefani, S. R., & Delgado, C. (2021). Sustentabilidade Organizacional E Suas Métricas: Revisão Sistemática Utilizando O Método Prisma. *Revista Gestão Em Análise*, 10(3), 204. <https://doi.org/10.12662/2359-618xregea.v10i3.p204-219.2021>
- Suferi, N. S. M., & Rahman, M. M. (2021). Adopting Industry 4.0 in Construction Industry. *International Journal of Integrated Engineering*, 13(5), 27–33. <https://doi.org/10.30880/ijie.2021.13.07.004>
- Tavares, R. (2007). Construindo mapas conceituais. *Ciências & Cognição*, 12, 72–85.
- Tiwari, S. (2016). An Introduction to QR Code Technology. *2016 International Conference on Information Technology (ICIT)*, 39–44. <https://doi.org/10.1109/ICIT.2016.021>

- Toussaint, M., Krima, S., Feeney, A. B., & Panetto, H. (2021). Requirement elicitation for adaptive standards development. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 863–868. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.101>
- Turner, J. R. (2009). *The Handbook of Project-based Management : Leading Strategic Change in Organizations* (3^a ed.). McGraw-Hill.
- Verma, P., Parikh, M., & Dixit, V. (2020). Role of Industry 4.0 in Project Management. *5th NA International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- Vieira Junior Marinato, D. da F., Pereira, J. C., Póvoas, M. P., Paula Pedrosa, A. de, & Aragutti, T. G. (2021). Risk Assessment in a Project of Operations Planning in the Context of Industry 4.0 by Using Bayesian Belief Networks (BBN). *Proceedings of the 31st European Safety and Reliability Conference (ESREL 2021)*, 622–629. https://doi.org/10.3850/978-981-18-2016-8_271-cd
- Vieira Pires, K. M., & Priamo Moraes, E. A. (2019). Proposta de uma metodologia de gerenciamento de projetos aplicável a Empresas Juniores: *Revista Vianna Sapiens*, 10(2), 27. <https://doi.org/10.31994/rvs.v10i2.595>
- VOSviewer. (2024, February 2). *Home - VOSviewer*. VOSviewer. <https://www.vosviewer.com/>
- Wachnik, B. (2022). Analysis of the use of artificial intelligence in the management of Industry 4.0 projects. The perspective of Polish industry. *Production Engineering Archives*, 28(1), 56–63. <https://doi.org/10.30657/pea.2022.28.07>
- Wang, N., Issa, R. R. A., & Anumba, C. J. (2021). Query Answering System for Building Information Modeling Using BERT NN Algorithm and NLG. *Computing in Civil Engineering 2021*, 425–432. <https://doi.org/10.1061/9780784483893.053>
- Wikipédia. (2024a). *Big data*. Wikipédia. https://pt.wikipedia.org/wiki/Big_data
- Wikipédia. (2024b). *Blockchain*. Wikipédia. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Blockchain>
- Yin, Y., & Qin, S. (2019). A smart performance measurement approach for collaborative design in Industry 4.0. *Advances in Mechanical Engineering*, 11(1), 168781401882257. <https://doi.org/10.1177/1687814018822570>
- Yu, J., & Chen, L. (2019). *Tag Counting and Monitoring in Large-Scale RFID Systems*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-91992-8>

- Zgodavova, K., Sutoova, A., & Cicka, M. (2019). *Launching New Projects in Industry 4.0: Best Practices of Automotive Suppliers* (pp. 183–191). https://doi.org/10.1007/978-3-030-18180-2_14
- Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2015). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. *2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, 2147–2152. <https://doi.org/10.1109/FSKD.2015.7382284>

Apêndice A – Tabela de bibliografia anotada

Tabela 12 – Bibliografia anotada decorrente da implementação do processo de RSL

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Sector de Atividade	Classificação do Contributo
Zgodavova et al. (2019)	<i>Competition; Industry 4.0; Managers; Project management; Automotive suppliers; Best practices; Digital management control; Management control; New industry; New projects; Operations managers; Project quality; Qualitative research; Risks management; Risk management</i>	Pesquisa Qualitativa	Capítulo de livro	O estudo examina pesquisas anteriores sobre como os fornecedores automotivos melhoram seus processos de lançamento de novos projetos da Indústria 4.0, criando um modelo para a tomada de decisões baseado na RV.	RV	Tomada de decisão	Automóvel	Média
Wang et al. (2021)	<i>Architectural design; Construction industry; Deep learning; Information retrieval; Information theory; Learning algorithms; Natural language processing systems; Project management; Python; Software prototyping; Attribute information; BIM; Construction activities; Construction projects; In-buildings; Information support; Natural language; Neural networks algorithms; Project team; Query answering systems; Search engines</i>	Modelação e Simulação	Documento de conferência	Os autores desenvolveram um sistema de IA capaz de interpretar e recuperar informações relevantes do BIM para fornecer respostas aos usuários, demonstrando a viabilidade do uso da IA para aprimorar as consultas de dados do BIM e melhorar a eficiência e a precisão nas tomadas de decisão.	AI; BIM	Tomada de decisão	Indústria da construção	Alta

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
Hirman et al. (2019)	Não indica	Estudo de Caso	Documento de conferência	O estudo desenvolve uma metodologia para avaliação de riscos e implementação de projetos da Indústria 4.0, recomendando profissionais para compor equipas de acordo com o porte da organização. Verificou-se que a gestão de riscos apoiada pela IA contribui para o sucesso dos projetos.	AI	Gestão de riscos	Manufatura	Média
Toussaint et al. (2021)	<i>Environmental management; Life cycle; Manufacture; Project management; Adaptive development; Agile; Complex programs; Digital datas; Digitisation; Information standards; Long lifecycle; Requirements elicitation; Requirements modeling; Standards development; Requirements engineering</i>	Desenvolvimento de Modelo	Documento de conferência	O artigo desenvolve um modelo adaptativo de elicitação de requisitos para projetos, permitindo o registo, acompanhamento e compartilhamento de informações, requisitos e itens de trabalho ao longo do processo de desenvolvimento, mantendo todas as partes interessadas informadas.	Não indica	Não indica	Tecnologia da Informação	Baixa
Salehi (2020)	<i>Agile manufacturing systems; Customer satisfaction; Electronic data interchange; Internet of things; Iterative methods; Product design; Project management; Software design; Systems engineering; Continuous improvements; Development project; Incremental designs;</i>	Desenvolvimento de Modelo	Artigo	Os autores analisam diferentes abordagens de digitalização para combinar novos processos de desenvolvimento ágil de produtos e propor um modelo de engenharia de sistemas baseado em modelos, verificando que a adoção do modelo pode melhorar o desenvolvimento e a Gestão de Projetos de fabricação de produtos.	Não indica	Não indica	Aeroespacia 1	Baixa

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
	<i>Manufacturing technologies; Model-based systems engineering (MBSE); Munich Agile MBSE Concept (MAGIC); Product life cycle management; Project management methodology; Life cycle</i>							
Pinilla et al. (2020)	<i>Industrial research; Industry 4.0; International cooperation; Knowledge management; Applied research; Changing environment; Common languages; Higher education institutions; Innovation clusters; Innovation process; Renewable energies; Systematic analysis; Project management</i>	Estudo de Caso	Documento de conferência	O artigo explora padrões para a cooperação internacional entre <i>clusters</i> de inovação, propondo um modelo para identificar abordagens e estratégias que promovam o intercâmbio de conhecimento entre <i>clusters</i> , facilitando a criação de estratégias colaborativas mais eficazes.	Não indica	Não indica	Indústria aeronáutica; Indústria de energias renováveis	Baixa
Podgórska (2022)	<i>Poland [Central Europe]; communication; industrial development; innovation; interdisciplinary approach; leadership; project management; Sustainable Development Goal; watershed</i>	Estudo de Caso	Artigo	O estudo investiga os desafios, oportunidades e perspectivas das equipas de projetos polonesas para a implementação de projetos sustentáveis na Indústria 4.0. Destaca que habilidades de comunicação e persuasão são essenciais para a equipa, enquanto para os líderes são cruciais a capacidade de coordenação do trabalho, gestão de recursos, capacitação e motivação.	Não indica	Não indica	Não indica	Baixa

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
Wachnik (2022)	Não indica	Estudo de Caso	Artigo	O estudo investiga como a AI é aplicada na Gestão de Projetos da Indústria 4.0 por meio da análise de quatro casos distintos. Conclui-se que a Gestão de Projetos pode ser apoiada pela AI principalmente na automatização de tarefas rotineiras e, de forma limitada, na identificação de anomalias.	AI	Automatização de tarefas; Identificação de anomalias	Tecnologia da Informação	Alta
Suferi & Rahman (2021)	Não indica	Revisão da Literatura	Artigo	O artigo aborda a convergência entre a indústria da construção e a Indústria 4.0, concentrando-se na Gestão de Projetos e gestão estratégica. Foi criada uma estrutura para mostrar essa ligação, destacando como a construção pode adaptar-se à Indústria 4.0 para melhorar a produtividade e a inovação.	IoT	Redução de custos	Indústria da construção	Média
Ralph et al. (2021)	<i>Computer Simulation; Workflow; Project management; Academic institutions; Graphical user interface (GUIs); High-temperature processing; Industrial revolutions; Manufacturing infrastructure; Mechanical treatments; Programming environment; Project management tools; case report; computer simulation;</i>	Estudo de Caso	Artigo	O artigo descreve o desenvolvimento de uma arquitetura de manufatura inteligente para o ensino transdisciplinar de engenharia. Verificou-se que as melhorias implementadas ajudaram os alunos a compreender melhor as capacidades e limitações da integração das tecnologias da Indústria 4.0 e da Gestão de Projetos	Não indica	Não indica	Indústria de processamento de metais	Baixa

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
	<i>workflow; Graphical user interfaces</i>							
Blackburn-Grenon et al. (2021)	<i>Human resource management; Industry 4.0; Knowledge management; Project management; Engineering knowledge management; Organizational knowledge; Artificial intelligence</i>	Investigação Ação	Artigo	A pesquisa propõe um <i>workshop</i> de resolução de problemas em equipa para capturar conhecimento organizacional e identificar projetos relevantes de prova de valor de AI. Selecionar esses projetos é um grande desafio para organizações não familiarizadas com as tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0.	Não indica	Não indica	Tecnologia da Informação	Baixa
Dallasega et al. (2020)	Não indica	Desenvolvimento de Modelo	Documento de conferência	O artigo discute como BIM, RV e RA podem aprimorar metodologias de construção <i>lean</i> , tornando o processo mais eficiente. Testado com estudantes de Gestão de Projetos de engenharia mecânica industrial na Universidade Livre de Bozen-Bolzano, usando um jogo de simulação, concluiu-se que essas tecnologias suportam a construção <i>lean</i> e melhoram os indicadores de desempenho.	BIM; RA; RV	Redução do tempo de execução	Indústria da construção	Média

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
Erp et al. (2021)	<i>Analog to digital conversion; Automation; Manufacture; Personnel training; Design and implementations; Digital transformation; Digitalization; Digitisation; Innovation; Innovation programs; Levels of automation; Manufacturing companies; Value creation; Project management</i>	Desenvolvimento de Modelo	Documento de conferência	O artigo propõe um modelo de nove fases para aumentar a automação e digitalização em sistemas de manufatura por meio de projetos de inovação. Ele oferece uma estrutura para gerir, projetar e implementar esses projetos, com o objetivo de melhorar a eficiência, qualidade e automação nos sistemas de manufatura.	Não indica	Não indica	Manufatura	Baixa
Atuahene et al. (2020)	<i>Artificial intelligence; Construction industry; Data Sharing; Industry 4.0; Project management; Augmented and virtual realities; Big data applications; Construction companies; Construction management; Construction personnel; Industrial revolutions; Project monitoring and control; Semi structured interviews; Big data</i>	Estudo de Caso	Documento de conferência	O artigo investiga os benefícios do uso do <i>Big data</i> na indústria da construção, utilizando um estudo de caso em uma empresa australiana. Ele destaca que o <i>Big data</i> promove agilidade nos processos de aquisição, gestão de sinistros e monitorização em tempo real.	<i>Big data</i>	Agilidade nos processos de aquisição; Gestão de sinistros; Monitorização em tempo real	Indústria da construção	Alta
Mudassar et al. (2019)	<i>Competition; Data handling; Decision making; Embedded systems; Flow control; Industry 4.0; Information management; Project management; Quality control; Conceptual frameworks; Cyber-physical systems; Cyber-physical systems; Dynamic environments; Multi criteria</i>	Desenvolvimento de Modelo	Documento de conferência	O artigo propõe um modelo para transformar a gestão tradicional de projetos em um sistema inteligente, integrando CPS com gémeos digitais. Essa abordagem permite a coleta, armazenamento e processamento de dados em tempo real. O modelo visa capacitar organizações a executar vários	<i>Big data; CPS; Gémeo digital</i>	Monitorização em tempo real	Empresas de projetos em engenharia	Alta

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
	<i>decision-making; Multicriteria decision-making; Multicriterion decision makings; Products quality; Project-based organizations; Smart manufacturing; Cyber Physical System</i>			projetos simultaneamente dentro de prazos e orçamentos estabelecidos, enquanto oferece aos gestores a capacidade de monitorizar o progresso do projeto em tempo real.				
Mudassar et al. (2019)	Não indica	Desenvolvimento de Modelo	Artigo	O estudo desenvolveu e implementou um modelo de Gestão de Projetos adaptado à transformação digital, visando transferir os processos para o ambiente digital e melhorar a eficiência operacional. O modelo utiliza ferramentas TIC para coordenar projetos e atividades operacionais. Essa implementação aumentou a taxa de sucesso dos projetos ao reduzir alterações, tempo ocioso e necessidade de reprogramação.	Digitalização	Redução de custos; Redução do tempo de execução	Empresas de projetos em engenharia	Média
Kianpour et al. (2021)	<i>Automation; Budget control; Industry 4.0; Integer programming; Scheduling; Automated modeling; Earliness and tardiness; Mixed integer linear programming model; New applications; Real-time information; Schedule changes;</i>	Estudo de Caso	Artigo	O artigo visa melhorar o agendamento de <i>job shop</i> usando tecnologias da Indústria 4.0 e Gestão de Projetos. Foi proposto um modelo automatizado que desenvolve cronogramas dinâmicos e adaptativos, incorporando informações em tempo real sobre	Automatização	Redução de custos	Job shop	Média

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
	<i>Scheduling systems; Unexpected events; Job shop scheduling</i>			tempos de processamento e prazos de entrega. Este modelo minimiza custos de adiantamento, atraso e reagendamento.				
Rane & Narvel (2022)	<i>Architecture; Blockchain; Competition; Industry 4.0; Information analysis; Information management; Integrated control; Internet of things; Natural resources management; Project management; Resource allocation; Agility; Asset intensive industry; Block-chain; Blockchain-IoT integrated architecture; Business models; Data driven decision; Data driven decision making; Decisions makings; Exponential growth; Integrated architecture; Decision making</i>	Estudo de Caso	Artigo	O artigo desenvolve uma arquitetura integrada <i>blockchain</i> -IoT para melhorar a agilidade na gestão de recursos de projetos através de BI. Esta arquitetura foi projetada para a indústria de engenharia, aquisição e construção. A integração de <i>blockchain</i> e IoT proporciona maior transparência, rastreabilidade e segurança, facilitando decisões informadas baseadas em dados.	<i>Blockchain; IoT</i>	Tomada de decisão	Indústria da construção	Alta

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
Schimanski et al. (2019)	<i>Budget control; Data handling; Industry 4.0; Lean production; Project management; Software design; Value engineering; Conceptual foundations; Construction management system; Digital Kanban; Earned value management; Information system integration; Last planner system; Lean and BIM; Production system designs; Architectural design</i>	Desenvolvimento de Modelo	Documento de conferência	A pesquisa teve como objetivo desenvolver um sistema de produção <i>lean</i> para a indústria da construção, integrando o <i>Last Planner System</i> com o BIM. Foi criado um modelo para essa integração, visando melhorar os processos de construção. A combinação do <i>Last Planner System</i> com o BIM tem o potencial de aprimorar a tomada de decisões relacionadas aos projetos.	BIM	Tomada de decisão	Indústria da construção	Média
De Almeida et al. (2021)	<i>Additives; Competition; Product development; Project management; Agile management; Agile project management; Framework; Functional Prototypes; Global competition; Innovation speed; Innovative product; Manufacturing IS; Manufacturing technologies; New product development; 3D printers</i>	Revisão da Literatura	Documento de conferência	Os autores criaram um modelo que integra os princípios da AM com a gestão ágil, visando melhorar os processos de desenvolvimento de novos produtos. Esta abordagem inclui o envolvimento do cliente para alcançar mais rapidamente um produto final bem-sucedido comparado às rotas convencionais. A integração ajuda os projetistas a acelerar a fabricação e reduzir o tempo de desenvolvimento de forma iterativa.	Não indica	Não indica	Não indica	Baixa

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
Verma et al. (2020)	Não indica	Estudo de Caso	Documento de conferência	A pesquisa explorou o papel da Indústria 4.0 na Gestão de Projetos, utilizando um estudo de caso no setor de construção. Para isso, classificou o projeto com base em novidade, tecnologia, complexidade e ritmo, identificando os riscos ao longo do seu ciclo de vida. A aplicação das tecnologias da Indústria 4.0 permite a monitorização de riscos visando aumentar a taxa de sucesso do projeto.	<i>Big data;</i> <i>Blockchain;</i> Computação em nuvem; IoT; RA	Gestão de riscos	Indústria da construção	Alta
Vieira Junior Marinato et al. (2021)	<i>Bayesian networks; Factor analysis; Industrial research; Industry 4.0; Project management; Risk assessment; Risk management; Risk perception; Condition; Differentiated products; Efficient process; Food industries; Literature reviews; Methodological approach; Operation planning; Product and services; Risk factors; Risks assessments; Risk analysis</i>	Estudo de Caso	Documento de conferência	Foi realizada uma revisão de literatura e um estudo de caso com um fabricante de alimentos, utilizando redes <i>bayesianas</i> . Os principais riscos identificados foram: não cumprimento de boas práticas ou legislação, baixa eficiência das soluções propostas, impossibilidade de integração entre sistemas e erros no planeamento de custos.	Não indica	Não indica	Indústria alimentar	Baixa

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
Gou et al. (2022)	<i>Construction industry; Highway administration; Highway bridges; Highway planning; Project management; Bridge constructions; Business data; Civil engineering constructions; Construction management; Construction projects; Engineering program; Highway construction; Large amounts; Large-scales; Management platforms; Data mining</i>	Estudo de Caso	Documento de conferência	Foi desenvolvida uma plataforma digital para gerir um projeto marítimo, incluindo módulos para gestão de qualidade, segurança, inspeção de processos, aprovações, supervisão, rotinas e pagamentos, utilizando técnicas de mineração de dados. Essa plataforma melhorou significativamente a qualidade e a eficiência da gestão.	BIM; Computação em nuvem; IoT	Automatização de tarefas; Monitorização em tempo real	Indústria da construção	Média
Cakmakci (2019)	<i>3D printers; Complex networks; Cyber Physical System; Data transfer; Embedded systems; Engineering education; Marketing; Project management; Robots; Smartphones; Supply chains; Virtual reality; Cyber-physical system system; Cyber-physical systems; Cyber-physical systems; Digital technologies; Global production networks; Industrial revolutions; Manufacturing sector; Network company; Project management-industry 4.0 relationship; Supply chain network; Industry 4.0</i>	Aplicação Prática	Capítulo de livro	O estudo é mostra como a Gestão de Projetos na abordagem da Indústria 4.0 une os mundos físico e virtual de grande escala, afetando especialmente o setor manufatureiro. Embora todas as partes interessadas na cadeia de valor virtual do projeto tenham autoridade hierárquica, a gestão do projeto será diferente da gestão clássica.	Automação	Tomada de decisão	Automóvel	Média

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
Nwobodo-Anyadiiegwu et al. (2022)	<i>Economic and social effects; Integration; Project management; Corporate social responsibility; Corporate social responsibility project; Cost and benefits; Multidimensionality; Project management process; Project management success; Systematic Review; Top management commitment; Trade off; Industry 4.0</i>	Revisão da Literatura	Documento de conferência	A pesquisa explora a integração da Indústria 4.0 em projetos de responsabilidade social corporativa. Foi realizada uma RSL para entender como as empresas estão adotando as tecnologias da Indústria 4.0 em seus projetos de responsabilidade social. A integração bem-sucedida pode melhorar significativamente a eficiência e a eficácia desses projetos.	Não indica	Não indica	Não indica	Baixa
A. L. Marnewick & Marnewick (2020)	<i>Human resource management; Industry 4.0; Managers; Software design; Agile software development; Command and control; Industrial revolutions; Leadership style; Project managers; Servant leadership; Various technologies; Working environment; Project management</i>	Pesquisa Qualitativa	Artigo	O artigo explora os desafios enfrentados pelos gestores de projeto sul-africanos na era da Quarta Revolução Industrial. Foi realizado um inquérito para determinar o nível de liderança servidora entre esses gestores, investigando diferentes estilos de liderança e sua aplicabilidade na implementação de tecnologias da Indústria 4.0. A adaptação dos gestores a um estilo de liderança servidora é crucial para o sucesso na implementação desses projetos.	Não indica	Não indica	Não indica	Baixa

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
Rane & Narvel (2021)	<i>Enterprise resource planning; Industrial robots; Industry 4.0; Critical success factor; Developing strategy; Internet of Things (IOT); MATrix multiplication; Process automation; Procurement projects; Project implementation plans; Project procurement; Project management</i>	Revisão da Literatura	Artigo	A pesquisa explora os fatores críticos de sucesso para tornar mais ágeis os processos de aquisição e compras em projetos, desenvolvendo um plano de implementação ágil. Foram criadas estratégias para utilizar tecnologias da Indústria 4.0, como IoT, mobilidade, BI, <i>blockchain</i> , <i>chatbot</i> e automação robótica, visando aumentar a eficiência na gestão desses processos.	Automação; BI; <i>Blockchain</i> ; <i>Chatbots</i> ; IoT	Agilidade nos processos de aquisição	Não indica	Média
Bag et al. (2021)	<i>Advanced Analytics; Data Analytics; Developing countries; Digital storage; Factor analysis; Green manufacturing; Industry 4.0; Information management; Project management; Sustainable development; Collaborative relationships; Empirical studies; Exploratory factor analysis; Smart manufacturing; Sustainable production; Technological innovation; Technological progress; Theoretical modeling; Industrial economics</i>	Revisão da Literatura	Artigo	O estudo desenvolveu um modelo teórico ligando os principais recursos para a adoção da Indústria 4.0 e seu impacto na produção sustentável e na economia circular. Os recursos-chave identificados para a adoção da Indústria 4.0 incluem sistemas de produção, recursos humanos, Gestão de Projetos, liderança gerencial, logística verde, design sustentável, tecnologia da informação, análise de <i>Big data</i> e relacionamentos colaborativos.	Não indica	Não indica	Não indica	Baixa

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
Patsyuk et al. (2021)	Não indica	Desenvolvimento de Modelo	Capítulo de livro	O artigo estabelece as bases da Gestão de Projetos utilizando tecnologias inteligentes e desenvolve um algoritmo para este processo. Foi analisado o impacto da adoção dessas tecnologias na tomada de decisões e na segurança da informação em projetos. A pesquisa revelou que a implementação de tecnologias inteligentes pode otimizar a tomada de decisões, ao mesmo tempo em que introduz novos desafios de segurança da informação.	AI; Automatização; <i>Big data</i> ; IoT	Automatização de tarefas; Tomada de decisão	Não indica	Média
C. Marnewick & Marnewick (2020)	<i>Human resource management; Industry 4.0; Intelligent robots; Critical thinking; Industrial revolutions; Problem solving skills; Project team; Team members; Project management</i>	Revisão da Literatura	Artigo	A pesquisa investiga o impacto das tecnologias da Indústria 4.0 nas equipas de projetos. Foi analisado como a adoção dessas tecnologias afeta as equipas de projetos e as demandas específicas que surgem. No futuro, as competências críticas para as equipas de projeto serão o pensamento crítico e as habilidades de resolução de problemas, com previsão de que AI robóticas se tornarão membros das equipas de projetos.	AI	Vantagem competitiva	Não indica	Alta

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
Albertos & Ribeiro (2022)	Não indica	<i>Design Science Research</i>	Documento de conferência	Foi elaborado um método para a Gestão de Projetos na Indústria 4.0 com base nos fatores críticos de sucesso. Isso incluiu uma revisão da literatura sobre Gestão de Projetos na Indústria 4.0, resultando no método proposto. Destaca-se que a Gestão de Projetos na Indústria 4.0, conforme os fatores críticos de sucesso, requer o desenvolvimento de novas áreas de conhecimento. Quatro novas áreas de gestão foram sugeridas: dados, sustentabilidade, benefícios e agilidade.	Não indica	Não indica	Não indica	Baixa
Yin & Qin (2019)	Não indica	Estudo de Caso	Artigo	A pesquisa investiga o impacto das tecnologias inteligentes na Gestão de Projetos de <i>design</i> colaborativo na Indústria 4.0. Foi desenvolvido um método de avaliação inteligente de desempenho do processo de <i>design</i> colaborativo. Esse método permite a medição flexível e personalizada do desempenho dos projetos de <i>design</i> , fornecendo suporte à tomada de decisão.	CAD	Tomada de decisão	Indústria do <i>design</i>	Média

Citação	Palavras-chave	Metodologia	Tipo do Documento	Resumo	Tecnologia e Ferramenta da Indústria 4.0	Impacto / Melhoria na Gestão de Projetos	Setor de Atividade	Classificação do Contributo
Dallasega et al. (2016)	Não indica	Modelação e Simulação	Documento de conferência	A pesquisa propõe uma abordagem para agendar e monitorizar em tempo real projetos de construção. Foi desenvolvida uma abordagem integrando tecnologias CAD, banco de dados e <i>software</i> para automatizar a criação de cronogramas, minimizando a intervenção dos planeadores. Isso permite um agendamento melhorado e a monitorização em tempo real dos projetos.	CAD	Automatização de tarefas; Monitorização em tempo real; Redução de custos	Indústria da construção	Alta
Jallow et al. (2022)	<i>Accident prevention; Artificial intelligence; Binary alloys; Construction industry; Project management; Risk management; Artificial intelligence; Artificial intelligence systems; Business models; Case-studies; Construction sectors; Empirical studies; Industry 4.0, business model; Research problems; Technology managements; UK construction industry; Industry 4.0</i>	Estudo de Caso	Artigo	A pesquisa explorou os benefícios da AI no setor da construção do Reino Unido. Foi conduzido um estudo empírico para propor um modelo de negócio com novas práticas de trabalho que incluem programas de planeamento e processos automatizados usando AI. As organizações implementaram sistemas de IA para realizar inspeções de túneis, identificar riscos de segurança e gerenciar riscos, resultando em melhorias significativas na produção.	AI	Automatização de tarefas; Comunicação entre projetos; Gestão de riscos; Vantagem competitiva	Indústria da construção	Alta