

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE PROJETOS - PPGP**

**APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO GERENCIAMENTO DE
PROJETOS: ORIENTAÇÕES PARA AS PRÁTICAS**

ALEXANDER GUILHERME SATURNO

São Paulo

2024

Alexander Guilherme Saturno

**APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO GERENCIAMENTO DE
PROJETOS: ORIENTAÇÕES PARA AS PRÁTICAS**

**APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PROJECT MANAGEMENT:
GUIDELINES FOR PRACTICES**

Projeto de Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Projetos da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Administração**.

Orientador(a): Prof. Dr. Roque Rabechini Jr.

São Paulo

2024

Saturno, Alexander Guilherme.

Aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos:
orientações para as práticas. / Alexander Guilherme Saturno. 2024.

140 f.

Tese (Doutorado)- Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2024.

Orientador (a): Prof. Dr. Roque Rabechini Junior.

1. Gerenciamento de projetos. 2. Inteligência artificial. 3.
Framework.

I. Rabechini Junior, Roque. II. Título

CDU 658.012.2

APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS: ORIENTAÇÕES PARA AS PRÁTICAS

ALEXANDER GUILHERME SATURNO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Projetos da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, Doutorado Profissional em Administração, como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Administração**.

São Paulo, 11 de dezembro de 2024.

Prof.(a) Dr (a). Roque Rabechini Junior (Orientador)

Documento assinado digitalmente

LEONARDO VILS

Data: 11/12/2024 20:04:11-0300

Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof.(a) Dr (a). Leonardo Vils (UNINOVE)

Prof.(a) Dr (a). Walter Satyro (UNINOVE)

Documento assinado digitalmente

PATRICK ZAWADZKI

Data: 11/12/2024 15:58:38-0300

Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof.(a) Dr (a). Patrick Zawadzki (UNOESC)

Documento assinado digitalmente

SAYONARA DE FÁTIMA TESTON

Data: 11/12/2024 16:01:34-0300

Verifique em <https://validar.itd.gov.br>

Prof.(a) Dr (a). Sayonara Teston (UNOESC)

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais que sempre me incentivaram a estudar e fizeram o impossível para que eu realizasse meus sonhos. Dedico também à minha esposa que esteve ao meu lado ao longo dessa jornada me apoiando. E ao meu filho Mateus.

AGRADECIMENTO

Agradeço à Deus, primeiramente, que me abre portas e me dá sabedoria, coragem e forças para passar por adversidades.

Agradeço aos meus pais, por desde sempre me apoiarem e me incentivarem na jornada acadêmica, além de se esforçarem para me dar as oportunidades que tive de estudar.

Agradeço à minha esposa, que me apoia com muito amor e incentivo nos desafios que me proponho a enfrentar.

Agradeço ao Professor Doutor Roque Rabechini Jr., que me deu essa oportunidade, acreditou no meu potencial, me orientou e me ensinou durante todo o desenvolvimento dessa tese.

Agradeço aos outros professores doutores do doutorado que compartilharam ensinamentos, experiências e orientações.

Agradeço aos meus amigos, colegas de trabalho e outras pessoas que, de alguma forma, fizeram parte desse marco especial na minha vida.

Por fim, agradeço à UNINOVE e ao Fundo de Apoio à Pesquisa — FAP-UNINOVE que, com a bolsa de estudos e recursos, me permitiram desenvolver essa tese.

RESUMO

A adoção de uma nova tecnologia como uma estratégia de negócio sempre foi um fator relevante para as organizações exigindo que seus executivos tomem decisões assertivas. Isso ocorre, pois, a adoção de uma nova tecnologia pode alavancar os negócios de uma organização. Quando as empresas passaram a considerar a inteligência artificial (IA) como uma oportunidade estratégica para o negócio iniciou-se um período de grande mudança nas estratégias organizacionais. Como toda inovação, a fase inicial de adoção carece de trabalhos relevantes ao ponto de sugerir avanços. Acredita-se que esta tecnologia será intensamente disseminada. No contexto da gestão de projetos a IA ganha notoriedade conforme a evolução do seu potencial. No intuito de avançar e, portanto, contribuir neste caminho de pesquisa, esta tese propõe orientações práticas para a aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos através de um framework. O escopo dessa tese contém quatro estudos que compõe uma linha de descobertas sequencial. No primeiro estudo foram verificadas as contribuições da IA no âmbito do gerenciamento de projetos por meio de uma revisão sistemática da literatura e uma bibliometria. A maior eficácia evidenciada na literatura se concentra em: orçamento; cronograma; gestão de riscos; gestão de valor agregado; avaliação e previsão de desempenho e; sucesso de projetos. O segundo estudo explorou os fatores que condicionam a adoção de IA no gerenciamento de projetos. Essa análise gerou nove fatores condicionantes: alinhamento estratégico entre IA e objetivos de projetos; infraestrutura tecnológica adequada; treinamento e desenvolvimento de habilidades; liderança visionária; cultura organizacional que suporta inovação; gestão de riscos e compliance; comunicação efetiva e engajamento dos stakeholders; feedback e aprendizado contínuo; medição e análise de desempenho. Posteriormente esses fatores foram validados com especialistas e praticantes por meio de entrevistas. O terceiro estudo teve o objetivo de investigar o comportamento de pessoas que trabalham com projetos sobre a adoção de IA no gerenciamento de projetos, para isso foi realizada uma pesquisa survey, com foco nas áreas descobertas no primeiro estudo. Após o entendimento de quais áreas do gerenciamento de projetos mais se beneficiam dessa tecnologia, a identificação e validação de fatores que condicionam a adoção da IA no gerenciamento de projetos, no quarto estudo, foi proposto um framework para orientar como aplicar a IA no gerenciamento de projetos.

Palavras-chave: gerenciamento de projetos, inteligência artificial; framework

ABSTRACT

The adoption of new technology as a business strategy has always been a significant factor for organizations, requiring their executives to make assertive decisions. This is because adopting new technology can boost an organization's business. When companies began to consider artificial intelligence (AI) as a strategic business opportunity, a period of significant changes in organizational strategies emerged. As with any innovation, the initial stage of adoption lacks sufficient research to propose further advancements. It is believed that this technology will be widely disseminated. In the context of project management, AI gains prominence as its potential evolves. In order to advance this research area, this thesis proposes practical guidelines for applying AI in project management through a framework. The scope of this thesis comprises four studies that form a sequential line of investigation. In the first study, the contributions of AI to project management were examined through a systematic literature review and bibliometric analysis. The literature highlights the greatest effectiveness of AI in the following areas: cost management, schedule management, risk management, earned value management, performance evaluation and forecasting, and project success. The second study explored the factors that condition the adoption of AI in project management, leading to the identification of nine conditioning factors: strategic alignment between AI and project objectives; adequate technological infrastructure; training and skill development; visionary leadership; an organizational culture that supports innovation; risk management and compliance; effective communication and stakeholder engagement; continuous feedback and learning; and performance measurement and analysis. Subsequently, these factors were validated with experts and practitioners through interviews. The third study investigated the behavior of project professionals concerning the adoption of AI in project management by means of a survey focused on the areas identified in the first study. After understanding which areas of project management benefit most from this technology and identifying and validating the factors that condition the adoption of AI in project management, the fourth study proposed a framework to guide the application of AI in project management.

Keywords: project management; artificial intelligence; framework

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GP.....	Gerenciamento de Projetos
IA.....	Inteligência Artificial
NLP.....	<i>Natural Language Processing</i>
GPT.....	<i>Generative Pre-trained Transformer</i>

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Ecossistema de inteligência artificial no gerenciamento de projetos	19
Tabela 2 — Métodos bibliométricos: objetivo e observação	46
Tabela 3 — Termos de busca e resultados obtidos nas bases de dados	46
Tabela 4 — Consolidado da análise bibliométrica realizada	48
Tabela 5 — Quantidade de artigos considerados após cada estágio de seleção e avaliação de artigos	50
Tabela 6 — Protocolo de classificação dos dados.....	50
Tabela 7 — Matriz de amarração	51
Tabela 8 — Protocolo de classificação dos dados.....	52
Tabela 8 — Abordagem metodológica dos artigos selecionados.....	59
Tabela 9 — Área de aplicação dos artigos selecionados	60
Tabela 10 — Campos de pesquisa da inteligência artificial dos artigos selecionados.....	62
Tabela 11 — Aplicação da Inteligência Artificial na Gestão de projetos dos artigos selecionados.....	63
Tabela 12 — Aplicações práticas da Inteligência Artificial.....	67
Tabela 13 — Classificação da amostra.....	80
Tabela 14 – Fatores críticos de sucesso para adoção de inteligência artificial.....	81
Tabela 15 – Fatores críticos de sucesso para adoção de tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos	82
Tabela 16 – Fatores condicionantes para adoção de IA no gerenciamento de projetos	84
Tabela 17 — Temas de pesquisas futuras	90
Tabela 18 — Áreas do Gerenciamento de projetos impactadas pela IA	94
Tabela 19 — Parâmetros do software G*Power	105
Tabela 20 — Questionário.....	109
Tabela 21 — Variâncias médias extraídas (AVE) antes dos ajustes do modelo	111
Tabela 22 — Variâncias médias extraídas (AVE) e confiabilidade composta (CC) após ajuste do modelo	113
Tabela 23 — Resultado para o Critério de Chin (1998).....	113
Tabela 24 — Resultado para o Critério de Fornell-Larcker (1981)	114
Tabela 25 — Resultado do modelo	116
Tabela 26 — Todos os efeitos do modelo	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Ramificação de Inteligência Artificial adotada na tese	16
Figura 2 — Estrutura da tese	21
Figura 3 — Matriz de amarração metodológica	24
Figura 4 — Resultado visual do Estudo 1	25
Figura 5 — Resultado visual do Estudo 2	26
Figura 6 — Resultado visual do Estudo 3	27
Figura 7 — Framework para adoção de IA no gerenciamento de projetos	28
Figura 8 — Análise de citação: artigos mais citados na literatura	53
Figura 9 — Análise de cocitação: artigos que se citam	54
Figura 10 — Análise de cocitação: autores que se citam	55
Figura 11 — Análise de cocitação: revistas que se citam	56
Figura 12 — Análise de termos semelhantes: evolução temática	57
Figura 13 — Análise de termos semelhantes: mapeamento temático por agrupamento	57
Figura 14 — Desenho da pesquisa	75
Figura 15 — Hipóteses	103
Figura 16 — Modelo Estrutural considerando todas as variáveis observadas e constructos ..	110
Figura 17 — Resultado cálculo carga fatorial e AVE do modelo estrutural completo	111
Figura 18 — Resultado cálculo carga fatorial e AVE após ajuste do modelo estrutural	112
Figura 19 — Resultado cálculo carga fatorial e R ² após ajuste do modelo estrutural	115
Figura 20 — Resultado Bootstrapping	116
Figura 21 — Modelo lógico Kellogg's Foundation	125
Figura 22 — Framework para adoção de IA no gerenciamento de projetos	126

SUMÁRIO

PARTE 1: VISÃO GERAL DA TESE INTEGRATIVA.....	14
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.2 ESTRUTURA DA TESE	20
2 DESENHO DA PESQUISA.....	21
3 METODOLOGIA DA TESE.....	22
3.1 MATRIZ DE AMARRAÇÃO DA TESE	24
4 RESULTADOS DA TESE	25
5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES DA TESE	32
5.1 IMPLICAÇÕES TEÓRICAS	32
5.2 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS	34
5.3 IMPACTO SOCIAL.....	36
5.4 LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS	38
PARTE 2: ARTIGOS DA TESE.....	41
6 ESTUDO 1: A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS	41
6.1 INTRODUÇÃO E CONTEXTO.....	43
6.2 METODOLOGIA.....	45
6.2.1 Bibliometria.....	45
6.2.2 Revisão sistemática da literatura	48
6.3 DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	52
6.3.1 Análise bibliométrica	52
6.3.2 Abordagem metodológica de cada artigo selecionado	59
6.3.3 Área de aplicação	60
6.3.4 Campos de pesquisa da Inteligência Artificial	61
6.3.5 Aplicação da Inteligência Artificial na Gestão de projetos	62
6.3.6 Discussão dos resultados	63
6.4 CONTRIBUIÇÕES TECNOLÓGICAS PARA A PRÁTICA	67
6.5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
7 ESTUDO 2: FATORES CONDICIONANTES PARA ADOÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS.....	70

7.1	INTRODUÇÃO E CONTEXTO.....	71
7.2	METODOLOGIA.....	75
7.2.1	Ensaio Teórico.....	75
7.2.2	Entrevistas	78
7.3	DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	80
7.3.1	Fatores Críticos de Sucesso para as perspectivas adotadas	80
7.3.2	Discussão dos resultados	84
7.4	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
8	ESTUDO 3: ADOÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS.....	91
8.1	INTRODUÇÃO.....	92
8.2	REVISÃO DA LITERATURA.....	94
8.3	METODOLOGIA.....	104
8.4	DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	110
8.5	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	120
9	ESTUDO 4: FRAMEWORK PARA APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS.....	124
10	PRODUTO TÉCNICO-TECNOLÓGICO	130
	REFERÊNCIAS	131
	APÊNDICE A — ROTEIRO DE ENTREVISTAS (ESTUDO 2).....	140

PARTE 1: VISÃO GERAL DA TESE INTEGRATIVA

1 INTRODUÇÃO

A popularidade da inteligência artificial (IA) no âmbito da gestão de projetos (GP) cresce junto com o potencial computacional para a aplicação das tecnologias (Ong & Uddin, 2020). Proporcionalmente crescem as possibilidades e os desafios de sua implementação. Para entender os cenários que englobam a aplicação da IA no GP é necessário entender conceitos básicos de IA.

Na literatura acadêmica não há um consenso sobre a definição de inteligência artificial, os desafios estão na definição da própria inteligência (Luger, 2013). Uma das vertentes de pesquisa trata a inteligência artificial como a modelagem do comportamento e raciocínio humano nas máquinas; enquanto outra a define como a capacidade de a máquina tomar decisões baseadas na razão, por abordagens matemáticas (Russell & Norvig, 2021). Essa tese seguirá a definição de McCarthy (2007), que diz que IA é a ciência e engenharia da criação de máquinas inteligentes, especialmente programas de computação inteligentes. Essa definição se aproxima mais da vertente de tomada de decisão por abordagens matemáticas e lógicas, não se limitando a métodos de observação biológica.

A IA teve sua origem nas décadas de 40 e 50, com a proposta do primeiro neurônio artificial em 1943 (McCulloch & Pitts, 1943), os questionamentos sobre a capacidade da máquina de pensar (Turing, 1950) e a oficialização do termo por John McCarthy em 1955, com o convite para um projeto de verão na universidade de Dartmouth. Nessa época, a tecnologia e o poder computacional eram mais limitados que atualmente, o que deixava os modelos de IA incapazes de resolver problemas muito complexos e levou a IA a ficar um período sem grandes avanços.

Os sistemas especialistas são sistemas baseados em representação de domínio, onde o conhecimento do especialista é modelado em um conjunto de regras para orientar a tomada de decisão da máquina. Esses sistemas se popularizaram entre as décadas de 70 e 90, com o DENDRAL (Buchanan, Sutherland e Feigenbaum, 1969) para a área química e com o Mycin (Shortliffe, 1977). No mesmo período surgiu a lógica fuzzy (Zadeh, 1965) que auxilia nessa modelagem dos problemas, aproximando-as do mundo real.

A partir de 1987 houve uma mudança de paradigma na IA que originou uma ramificação da IA, onde os estudos sobre aprendizado passaram a ser com probabilidades ao invés de lógica.

Nesse cenário a codificação manual do conhecimento dos especialistas passou a ser substituída pelo aprendizado automático feito pela máquina (*machine learning*). Um clássico exemplo de aprendizado de máquina é apresentado por Mitchell (1997), sobre quando jogar tênis, dadas condições climáticas. Para aprender a partir de dados existem três categorias: aprendizado supervisionado (são apresentados dados de entrada e saída esperada para o treinamento do modelo); aprendizado não-supervisionado (técnicas de clusterização, agrupamento por características); aprendizado por reforço (agente que ganha recompensas quando interage corretamente com um ambiente).

Com a evolução das tecnologias e o aumento da quantidade e tipos de dados disponíveis (textos, imagens, vídeos, áudios), um dos grandes desafios de *machine learning* passou a ser a extração e seleção dos atributos importantes para o treinamento dos modelos. Essa etapa manual passou a ser resolvida automaticamente pelo *deep learning*, onde o próprio modelo é capaz de aprender quais são os atributos relevantes para o aprendizado (Goodfellow, Bengio & Courville, 2016; Nielsen, 2015).

Outra ramificação da IA é o processamento de linguagem natural (NLP — *Natural Language Processing*) que teve seu início na segunda guerra mundial com a tradução automática das mensagens de guerra (Turing, 1950). Esse ramo estuda os códigos de comunicação utilizados por uma população. O primeiro *chatbot* surgiu ainda na década de 60 (Weizenbaum, 1966). Entretanto, os avanços significativos vieram com o *deep learning* e a estratégia de transformar os textos em vetores numéricos para fazer cálculos com as palavras.

No final de 2022 com o lançamento do ChatGPT 3.5 a IA Generativa se popularizou, essa versão disponibilizada ao público é uma evolução dos modelos *generative pre-trained transformer* (GPT) (Vaswani, et al. 2017; McEvoy F., 2020). Os modelos GPT são modelos de linguagem generativo, dentre os que fazem parte das chamadas LLM (*Large Language Model*), que são projetados para gerar textos semelhantes ao que o ser humano gera. Também existem IA Generativa baseada em imagem, como por exemplo as GANs (*Generative Adversarial Nets*) (Goodfellow et al., 2014).

Portanto, de sua origem até 2024 a IA evoluiu em conjunto com o avanço da tecnologia e do poder computacional, com isso as idealizações dos pesquisadores da época passaram a ser possíveis, tanto quanto as diferentes ramificações da IA, como *machine learning*, *deep learning*, processamento de linguagem natural e IA Generativa.

A Figura 1 mostra a ramificação da IA que será considerada nessa tese, apesar de que IA não se limita aos conceitos apresentados.

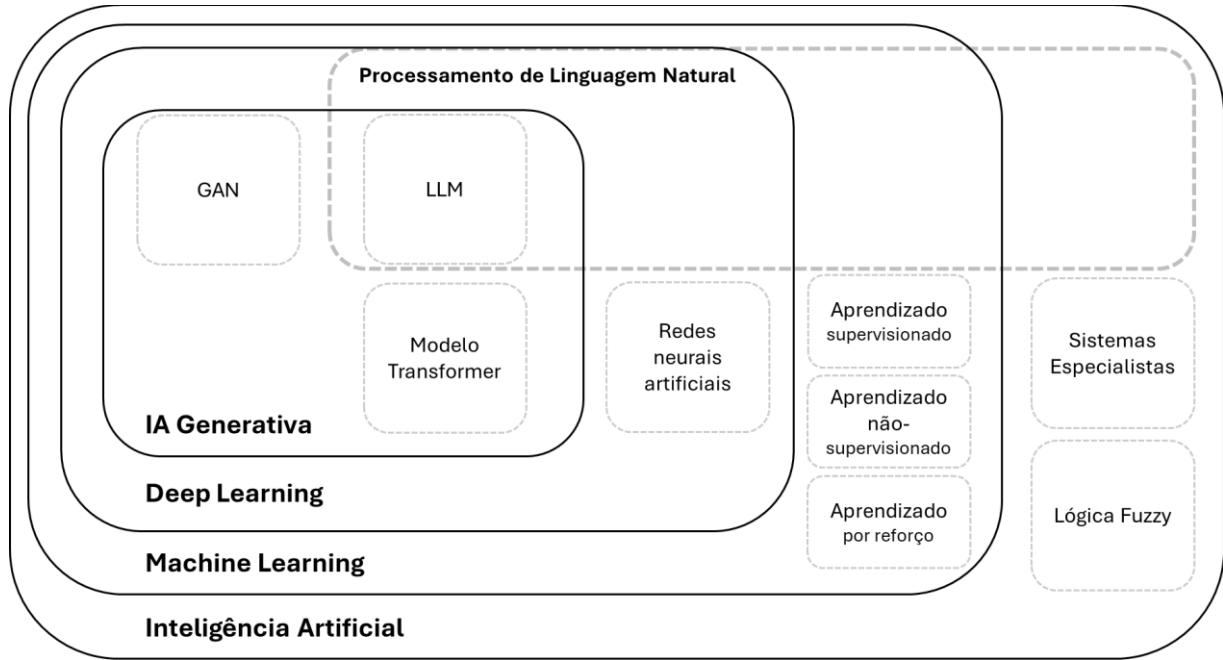


Figura 1 — Ramificação de Inteligência Artificial adotada na tese

Fonte: Autor.

No âmbito da gestão de projetos, é possível observar a evolução das aplicações da inteligência artificial desde os anos 1990 até meados de 2024.

Os trabalhos de Holzmann, Zitter e Peshkess (2022) indicam que os campos de pesquisa e técnicas de inteligência artificial, utilizados no gerenciamento de projetos, estavam voltadas aos sistemas especialistas e lógica fuzzy para auxiliar na tomada de decisão, gestão de riscos e planejamento de projetos. No mesmo período, árvores de decisão foram usadas para modelar decisões complexas e seus resultados possíveis, facilitando a gestão de incertezas (Marchewka, 1999). No início dos anos 2000, foram adotadas novas técnicas de *machine learning* para análise preditiva e reconhecimento de padrões nos projetos para analisar desempenho e prever atrasos (Holzmann, Zitter e Peshkess, 2022). O desenvolvimento tecnológico da inteligência artificial, dentre outros motivos, tem permitido a análise de mais dados qualitativos além dos quantitativos (Holzmann, Zitter e Peshkess, 2022). A aplicação de processamento de linguagem natural para análise de documentos, comunicação entre as equipes e extração de insights dos dados dos projetos é evidenciada também no início dos anos 2000 na literatura (Chowdhury, 2003).

A partir de 2015, a integração com técnicas como *deep learning*, com a utilização de redes neurais artificiais com múltiplas camadas de abstração, foram utilizadas para aumentar a capacidade de análise e predição (Lecun, Bengio & Hinton, 2015). Com a evolução da IA, mais recentemente, há uma tendência de estudos sobre *machine learning* e combinações de técnicas de IA. Mohagheghi, Mousavi, Antucheviciene, Mojtabahedi (2019) identificaram, após

analisarem uma base de mais de 140 artigos com pesquisas interessadas no gerenciamento de projetos, que há uma tendência da utilização de ferramentas tecnológicas para a otimização de processos de decisão manual. Zhang (2020) investigou como o *machine learning* pode ser aplicado para automatizar e otimizar o gerenciamento de projetos.

De meados de 2023 para 2024, com a popularização da IA Generativa, novas aplicações foram utilizadas no gerenciamento de projetos: criação de planejamento do projeto (Barcaui & Monat, 2023) e como complemento para metodologia ágil (Bahí, Gharib & Gahi, 2024). Em ambos os trabalhos são citadas a automatização de tarefas como criação de cronograma e documentação, e a gestão de riscos para tomada de decisão. Barcaui e Monat (2023) também utilizam IA Generativa para alocação de recursos, planejamento do projeto que envolve: escopo; cronograma; custos; análise de riscos e planos de comunicação para os stakeholders. Bahí, Gharib e Gahi (2024) discutem o auxílio no processo de criação e aumento de produtividade e inovação quando integrada ao modelo ágil.

O gerenciamento de projetos engloba dois processos principais: planejamento e controle (Jungen & Kowalczyk, 1995). O planejamento envolve a definição de atividades, recursos, cronogramas e decisões de investimento, enquanto o controle inclui a alocação de pessoas, a coleta de informações durante a execução e a avaliação das restrições do projeto. No âmbito do gerenciamento de projetos, a inteligência artificial pode ser aplicada em seus diferentes processos.

Aplicações da IA podem auxiliar em etapas diferentes do gerenciamento de projetos, isso faz com que os gerentes de projetos possam ocupar seu tempo com atividades estratégicas (PMI, 2019). Na literatura há diversas pesquisas que adotam metodologias de inteligência artificial (Costantino, et al., 2015) em diferentes áreas, tais quais saúde, segurança e finanças (Taboada et al., 2023).

Como apresentado anteriormente, para a gestão de projetos, há a possibilidade de definir estimativas e predição de tempo e custo de um projeto, bem como elaborar análise de variâncias com redes Bayesianas e redes neurais artificiais para análise de grande quantidade de dados (Cheng, Tsai e Liu, 2009a, 2009b; Ong & Uddin, 2020; de Oliveira et al, 2022; Jang, 2022). Para o acompanhamento do progresso de projetos algoritmos de *machine learning* promovem resultados positivos para prever atrasos e custos extras nas etapas de desenvolvimento dos projetos (Wauters & Vanhoucke, 2014, 2016; Bakhshi, Moradinia, Jani e Poor, 2022). A inteligência artificial também é aplicada no sucesso do projeto, algoritmos de *machine learning* e redes neurais (*deep learning*) auxiliam em encontrar fatores críticos de sucesso (Ko & Cheng,

2007; Bang et al., 2022). Também há aplicações associadas ao gerenciamento de riscos e aumento de segurança (Singh & Garg, 2021; Alkaissy et al., 2023).

Apesar dos benefícios de aplicar a inteligência artificial para gerenciar projetos (Tominc, Oreski e Rozman, 2023), na literatura falta evidência de sua utilização (Taboada et al., 2023). Por esse motivo, autores sugerem que há oportunidades de estudos com inteligência artificial no gerenciamento de projetos de diferentes áreas, tais quais: construção civil (Dumrak, 2023); sistemas de produção (Merhi & Harfouche, 2023); indústria 4.0 (Taboada et al., 2023); engenharia (Sheoraj & Sungkur, 2022); agricultura e sustentabilidade (Chang & Liang, 2023); gestão de projetos em geral (Tominc et al., 2023). Pesquisas desde 2020 sugerem que os próximos estudos cubram a distância entre a teoria e a prática (Tominc et al., 2023); testem diferentes técnicas de inteligência artificial (Alkaissy et al., 2023).

Tominic, Oreski e Rozman (2023) conduziram uma pesquisa com mais de três mil executivos de diversas indústrias, onde 80% das empresas consideraram que a IA é uma oportunidade estratégica para seus negócios. Porém dentre os que consideram a IA como oportunidade estratégica, apenas 20% iniciaram os trabalhos de implementação em seus processos e projetos (Tominic, Oreski e Rozman, 2023). Por conta do potencial de ganhos de tempo e custos que as aplicações da inteligência artificial já apresentaram em diversos campos (Cabeças & da Silva, 2020), e pelos avanços tecnológicos que possibilitam aprimorar e otimizar resultados (Laanti & Kangas, 2015) acredita-se que, do ponto de vista acadêmico, seja possível avançar nas pesquisas no âmbito da gestão de projetos. De acordo com Kumar, Pandey e Singh (2021) ainda existem oportunidades de estudos nas aplicações práticas da inteligência artificial.

Na literatura acadêmica é apontada a necessidade de investigar mais a fundo a aplicação da IA no gerenciamento de projetos (Tominc, Oreski & Rozmanm, 2023; Alkaissy et al, 2023; Cabeças & da Silva, 2020; Taboada et al., 2023). Diferentes trabalhos sugerem que há muitas oportunidades de pesquisas nesse campo: IA para gestão de riscos; tomada de decisão; formação e capacitação em IA para gerenciar projetos; explorar e aprofundar a IA em projetos; impacto da IA no sucesso do projeto (Hassanien et al., 2018; Holzmann, Zitter e Peshkess, 2022; Taboada et al., 2023).

Com a quantidade de técnicas e algoritmos de inteligência artificial possíveis de serem aplicados em diferentes áreas do gerenciamento de projetos, se faz necessária a ampliação da literatura que contempla a inteligência artificial no gerenciamento de projetos (Alkaissy et al., 2023; Taboada et al., 2023; Tominc et al., 2023; Dumrak, 2023). Segundo os mesmos autores, dentre os estudos feitos nessa interligação entre os temas, há uma grande variedade de

possibilidades por conta das diferentes fases do projeto; método ou técnica aplicada; aprendizado supervisionado ou não-supervisionado; dentre outros (Taboada et al., 2023).

De acordo com Taboada et al. (2023) há a necessidade de ampliar a literatura que contempla os dois constructos dessa tese. Em todo caso, há um avanço constante da tecnologia e são diferentes opções de técnicas de inteligência artificial, conforme evidenciado na Tabela 1.

Técnicas de Inteligência Artificial	Descrição
Sistemas especialistas	Sistemas com conjunto de regras criados com base nos conhecimentos dos especialistas
Lógica fuzzy	Estratégia de representação de conhecimento
Processamento de linguagem natural	Interpretação de linguagem natural do ser humano
<i>Machine learning</i> (<i>Random forest</i> ; árvores de decisão; clusterização)	Aprendizado de máquina baseado em dados e atributos
<i>Deep learning</i>	Aprendizado automático de atributos, lida com grande quantidade de dados
IA Generativa	Geradora de textos, imagens, sons, vídeos

Tabela 1 — Ecossistema de inteligência artificial no gerenciamento de projetos

Fonte: Autor, adaptado de Taboada et al., 2023

Essa gama de alternativas pode gerar dúvidas no gestor de projetos que planeje utilizar da inteligência artificial para conseguir benefícios ao gerenciar projetos. Entende-se que dentro do ecossistema da inteligência artificial, há soluções que podem ser utilizadas para contribuir positivamente com o gerenciamento de projetos. Portanto, como são diferentes áreas do gerenciamento de projetos, diferentes fases de um projeto e diferentes técnicas de inteligência artificial, se faz necessário um guia aos praticantes e pesquisadores, orientando-os qual a melhor aplicação possível dentro de sua área de interesse.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Baseado na contextualização apresentada sobre a inteligência artificial para o gerenciamento de projetos, é proposta a seguinte questão de pesquisa: como aplicar a inteligência artificial no gerenciamento de projetos?

Neste sentido, o objetivo geral da tese é propor orientações práticas para a aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos. Foi proposto um framework que contém elementos que auxiliam os praticantes em como aplicar IA no GP, com o intuito de servir como mapa para as empresas que buscam aproveitar as vantagens da aplicação da inteligência

artificial no gerenciamento de projetos. E para o alcance do objetivo geral proposto foram definidos quatro objetivos específicos:

- a) Verificar as contribuições da inteligência artificial no âmbito da gestão de projetos;
- b) Explorar os fatores que condicionam a adoção de inteligência artificial no gerenciamento de projetos;
- c) Investigar o comportamento de pessoas que trabalham com projetos sobre a adoção de IA no gerenciamento de projetos;
- d) Propor um framework para orientar como a inteligência artificial pode ser aplicada ao gerenciamento de projetos.

1.2 ESTRUTURA DA TESE

Para cumprir o objetivo de propor orientações práticas para a aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos, essa tese foi estruturada por artigos sequenciais, onde cada estudo tem foco de atingir um objetivo específico.

A tese será apresentada dividida em duas partes.

A primeira parte, após essa introdução, apresenta na subseção 2 o desenho da pesquisa com uma matriz de amarração da tese, descrevendo como cada estudo se conecta. Em seguida, na subseção 3, será detalhado o método utilizado em cada estudo da tese para atingir os objetivos específicos. Posteriormente, a subseção 4 contém os resultados encontrados e apresenta o produto técnico-tecnológico dessa tese, que contempla o framework para adoção da inteligência artificial na gestão de projetos. Por fim, a subseção 5 discute esses resultados, tais quais as implicações teóricas, práticas e limitações da pesquisa.

A segunda parte dessa tese compõe a apresentação dos Estudos 1, 2 e 3 e do framework proposto (Estudo 4 e produto técnico-tecnológico).

2 DESENHO DA PESQUISA

A tese está desenhada com quatro estudos. Eles constroem uma linha sequencial de progresso no que diz respeito à exploração da inteligência artificial dentro do gerenciamento de projetos. Cada estudo foi elaborado com o intuito de atingir os objetivos específicos da tese.

Os resultados encontrados em cada estudo compõem a justificativa do estudo subsequente, até a apresentação do framework para orientar como aplicar a inteligência artificial no gerenciamento de projetos.

O Estudo 1 serve de meio de verificação das contribuições da IA na gestão de projetos. Neste sentido foi o indutor dos estudos seguintes — gerou duas vertentes de pesquisa. Uma, referente ao Estudo 2 — explora os fatores condicionantes da aplicação da IA na gestão de projetos. Outra, — Estudo 3 — busca investigar o comportamento de pessoas que trabalham com projetos sobre a adoção de IA no gerenciamento de projetos. Ambos os estudos convergem para a proposição do framework (Estudo 4), conforme estrutura da tese ilustrada na Figura 2:

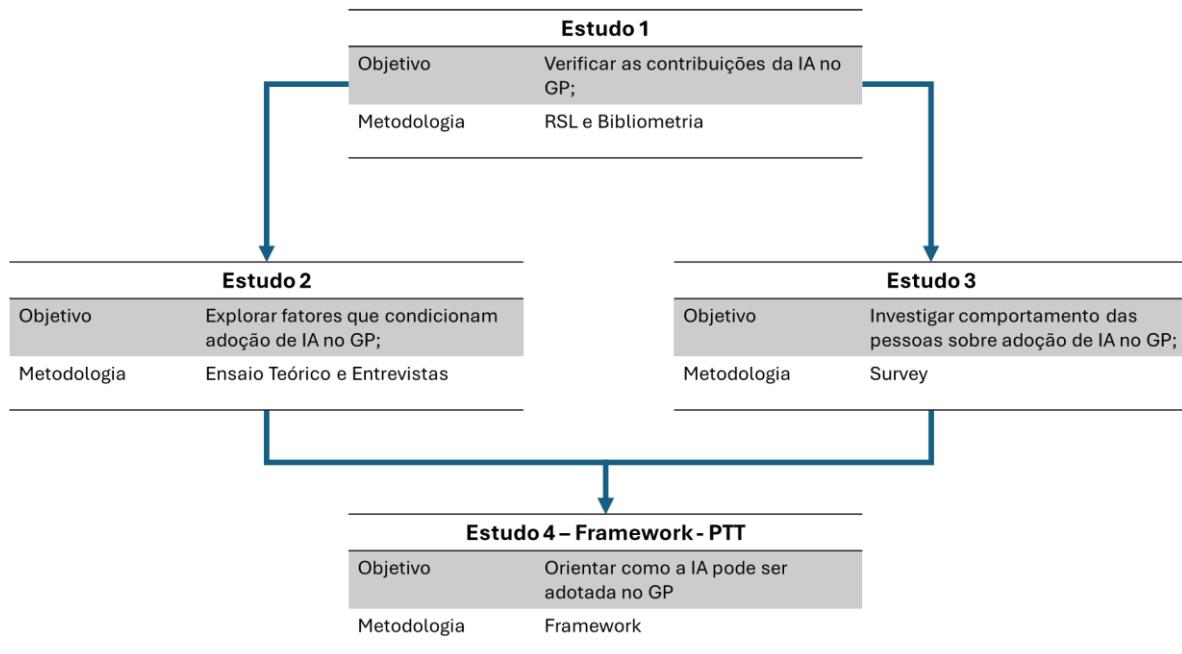


Figura 2 — Estrutura da tese

Fonte: Autor.

3 METODOLOGIA DA TESE

O objetivo da tese foi atingido com a combinação de diferentes metodologias de pesquisa. Foram utilizadas de estratégias de revisão sistemática da literatura, bibliometria, ensaio teórico, entrevistas e survey. Cada estratégia metodológica adotada é justificada para atingir os objetivos específicos, esses que, por sua vez, são foco de cada artigo individualmente.

O Estudo 1 está atrelado ao primeiro objetivo específico desta tese, que é verificar as contribuições da inteligência artificial no âmbito da gestão de projetos. Para tal, optou-se por uma abordagem metodológica dividida em duas etapas: bibliometria e revisão sistemática da literatura.

Para a coleta dos dados foi utilizada uma string de busca que relacionasse inteligência artificial com gestão de projetos, a qual foi aplicada nas bases da *Web of Science* e *Scopus* e resultou em um total de 227 artigos que foram examinados. Para a bibliometria foi utilizado o software Bibliometrix como apoio nas análises de citação, cocitação e termos semelhantes. A RSL focou em: abordagem metodológica; áreas de aplicação da IA; campos de pesquisa da IA e; aplicação da IA especificamente na gestão de projetos. Mais detalhes sobre essa metodologia adotada são apresentados na seção 6.2.

O Estudo 2 atinge o objetivo específico de explorar quais são os fatores que condicionam a adoção de inteligência artificial no gerenciamento de projetos. A abordagem metodológica adotada nesse estudo também foi desenvolvida em dois passos: ensaio teórico e entrevistas.

Primeiro foi feito um ensaio teórico englobando a origem da lente teórica dos fatores críticos de sucesso (Rockart, 1979), com isso foram identificados fatores que condicionam a adoção de IA no GP. Para identificá-los foram utilizadas duas óticas diferentes: fatores que condicionam a adoção da inteligência artificial de modo geral e fatores que condicionam a adoção de tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos. Posteriormente esses fatores foram validados com especialistas e praticantes por meio de entrevistas que exploraram primeiramente conceitos gerais e percepções sobre cada fator, e em seguida uma abordagem mais específica e situacional onde os especialistas e praticantes forneceram exemplos concretos e experiências dessa adoção. Essa metodologia será aprofundada na seção 7.2.

O objetivo específico de investigar o comportamento das pessoas que trabalham com projetos sobre a adoção da IA para gerenciar projetos foi atingido pelo Estudo 3. A metodologia adotada foi de pesquisa survey com participação de 234 respondentes que atuam em projetos. A coleta de dados foi realizada com um questionário online, estruturado com base em duas

escalas: Likert e uso passado-futuro. O questionário do Estudo 3 foi baseado nas áreas do gerenciamento de projetos que mais se beneficiam da IA, conforme resultados do Estudo 1. A análise dos dados foi realizada com equações estruturais (SEM) para testar significância das hipóteses e avaliar as relações entre as variáveis propostas pelo modelo UTAUT, conforme detalhado na seção 8.3.

O framework que serve como mapa para as empresas e praticantes que buscam aproveitar as vantagens da aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos foi proposto no Estudo 4, após o entendimento de quais áreas do gerenciamento de projetos mais se beneficiam da inteligência artificial, a identificação e validação de fatores que condicionam a adoção da inteligência artificial no gerenciamento de projetos, e o impacto do comportamento das pessoas que trabalham com projetos sobre a adoção de IA.

O Estudo 4 foi a proposição de um framework para a aplicação de inteligência artificial na gestão de projetos, baseada nas áreas do Estudo 1, os fatores condicionantes encontrados no Estudo 2 e os impactos dos comportamentos dos gestores de projetos avaliados no Estudo 3. O Estudo 4 também é o produto técnico tecnológico desta tese. Este estudo atinge o último objetivo específico desta tese, que é propor um framework para orientar como a inteligência artificial pode ser aplicada ao gerenciamento de projetos, com o intuito de guiar os praticantes na sua utilização. Este produto tecnológico está alinhado às recomendações da CAPES (2019) e se classifica como Produto Tecnológico não-patenteável, mas detalhes sobre o produto técnico tecnológico estão na seção 10.

Essa tese está estruturada com os estudos citados, seguindo a proposição de matriz de amarração de Mazzon (2018) e Costa, Ramos e Pedron (2019). Essa matriz de amarração pode ser observada na Figura 3 — Matriz de amarração metodológica.

3.1 MATRIZ DE AMARRAÇÃO DA TESE

Questão central da tese:	Como aplicar a inteligência artificial no gerenciamento de projetos?					
Objetivo geral da tese:	Propor um framework de como aplicar a inteligência artificial no gerenciamento de projetos					
Justificativa geral da tese	Falta evidência da utilização de IA no GP. Existem diferentes opções de técnicas de IA para se adotar e existem diferentes áreas do gerenciamento de projetos. Cada área se beneficia mais de uma técnica diferente. A gama de possibilidades pode gerar dúvida no gestor de projetos que não conhece tecnicamente a IA para saber qual a melhor opção dentro do ecossistema da IA que se encaixa no seu objetivo para o gerenciamento de projetos. Portanto, um framework como guia aos praticantes serve como mapa para quem busca extrair o melhor da IA no GP.					
Distinção dos estudos	Bibliometria e RSL para identificar a relevância que o tema tem nos últimos anos e/ou o estado da arte do tema; métodos de pesquisa qualitativa para explorar um tema pouco explorado; métodos de pesquisa quantitativa para entender comportamento do praticante; framework como produto técnico tecnológico para guiar praticantes e organizações na adoção de IA para o gerenciamento de projetos					
Interdependência dos estudos	O Estudo 1 serviu como base para identificar o estado da arte e evidenciar a gama de alternativas possíveis de adoção de IA no GP. O Estudo 2 traz fatores condicionantes validados que os praticantes devem se atentar para adotar IA no GP. O Estudo 3 investiga o comportamento das pessoas que trabalham com projetos sobre a adoção de IA. O estudo 4 propõe um framework para guiar essas práticas no GP.					
Estudos	Questão de Pesquisa	Objetivo Geral	Tipo de Estudo	Método de pesquisa	Procedimentos de coleta de dados	Procedimentos de análise de dados
Estudo 1: A IA no GP	Quais são as contribuições da IA no GP?	Verificar as contribuições da IA no GP	Bibliometria e RSL	Qualitativo	Base de dados	Seleção de artigos que atendam aos critérios pré-definidos
Estudo 2: Fatores condicionantes para a adoção de IA no GP	Quais fatores que condicionam o uso da IA no GP?	Explorar os fatores que condicionam a adoção de IA no GP	Ensaio teórico e entrevistas	Qualitativo	Base de dados e entrevistas	Seleção de artigos e Análise das entrevistas
Estudo 3: Adoção da IA no GP	Quais comportamentos influenciam a adoção de IA no GP?	Investigar o comportamento das pessoas sobre IA no GP	Survey	Quantitativo	Survey	Análise quantitativa
Nome e tipo de produto	Descrição	Aderência	Impacto	Aplicabilidade	Inovação	Complexidade
Estudo 4: Framework de como aplicar IA no GP	Framework para aplicação da IA no GP	Linha de pesquisa: Inovação em projetos Gestão de projetos e seus impactos nos resultados organizacionais	Alto. Aumento de confiança das partes interessadas e assertividade dos projetos em termos de resultados.	Alta. Aplicável em diferentes campos do gerenciamento de projetos	Alta. Potencial de revolucionar as maneiras tradicionais de gerenciamento de projetos	Alta. Exige que praticantes possuam capacitação ou conhecimento específico

Figura 3 — Matriz de amarração metodológica

Fonte: Autor. Adaptado de Mazzon (2018) e Costa, Ramos e Pedron (2019)

4 RESULTADOS DA TESE

Essa seção apresenta os resultados encontrados após a aplicação das abordagens metodológicas indicadas na seção anterior. A compilação dos resultados encontrados nos três artigos contribui para a proposição de orientações práticas para a aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos.

O Estudo 1, onde foi verificado que a inteligência artificial traz contribuições para o gerenciamento de projetos, contém uma revisão sistemática da literatura e bibliometria sobre inteligência artificial no gerenciamento de projetos. Como resultados foram identificadas contribuições como a redução de erros humanos, custos, aumento da qualidade de projetos, dentre outros. Também foi identificado que existe uma grande variedade de técnicas de inteligência artificial que podem ser aplicadas em diferentes segmentos do gerenciamento de projetos. A maior eficácia evidenciada na literatura se concentra nas seis seguintes áreas da gestão de projetos: orçamento; cronograma; gestão de riscos; gestão de valor agregado; avaliação e previsão de desempenho e; sucesso de projetos. A Figura 4 ilustra os resultados do Estudo 1:

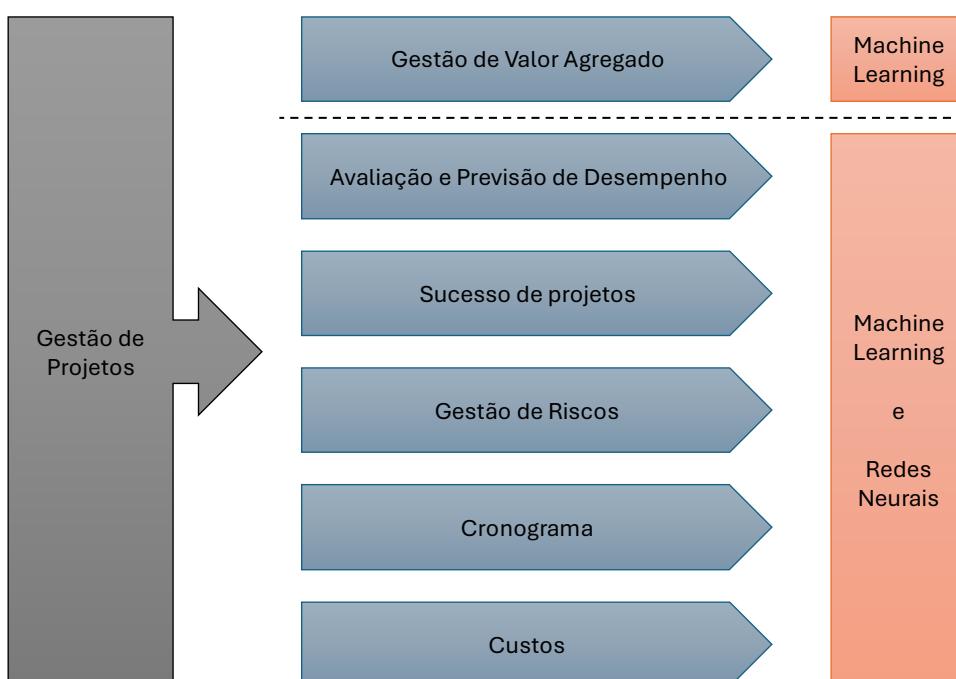


Figura 4 — Resultado visual do Estudo 1

Fonte: Autor.

O Estudo 2 explora os fatores que condicionam a adoção de inteligência artificial no gerenciamento de projetos, nele é apresentado um ensaio teórico sobre esses fatores e entrevistas com especialistas. A análise feita gerou nove fatores condicionantes: alinhamento estratégico entre IA e objetivos de projetos; infraestrutura tecnológica adequada; treinamento e desenvolvimento de habilidades; liderança visionária; cultura organizacional que suporta inovação; gestão de riscos e compliance; comunicação efetiva e engajamento dos stakeholders; feedback e aprendizado contínuo; medição e análise de desempenho.

Posteriormente esses fatores foram validados com especialistas e praticantes por meio de entrevistas que exploraram primeiramente conceitos gerais e percepções sobre cada fator, e em seguida uma abordagem mais específica e situacional onde os especialistas e praticantes forneceram exemplos concretos e experiências dessa adoção. As entrevistas corroboraram com os resultados encontrados na literatura, indicando que a adoção bem-sucedida da IA no gerenciamento de projetos requer uma abordagem integrada que considere aspectos tecnológicos, organizacionais e humanos. Essa interligação é exemplificada na Figura 5.

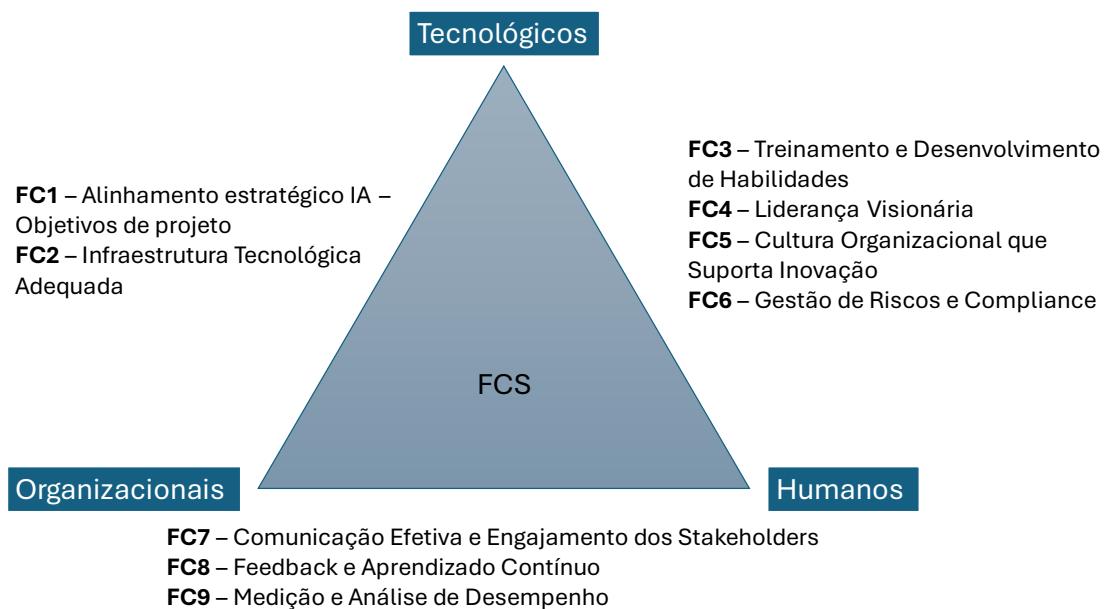


Figura 5 — Resultado visual do Estudo 2

Fonte: Autor.

O Estudo 3 investiga o comportamento de pessoas que trabalham com projetos sobre a adoção de IA no gerenciamento de projetos. Nesse estudo são apresentados os resultados de uma survey que contou com a participação de 234 respondentes que atuam em projetos. Os resultados indicam que expectativa de desempenho, expectativa de esforço e condições facilitadoras são os principais fatores que influenciam a adoção de IA em projetos. Entre esses,

a expectativa de desempenho mostrou-se relevante tanto para a intenção comportamental quanto para a adoção de fato. A influência social e a intenção comportamental apresentaram impacto limitado, sugerindo que, para tecnologias emergentes como IA, fatores objetivos são mais determinantes. O modelo UTAUT foi capaz de explicar 15% da intenção comportamental e 13,7% da adoção de IA, um efeito médio, mas relevante, considerando a complexidade da tecnologia e o estágio inicial de adoção, conforme representado visualmente na Figura 6:

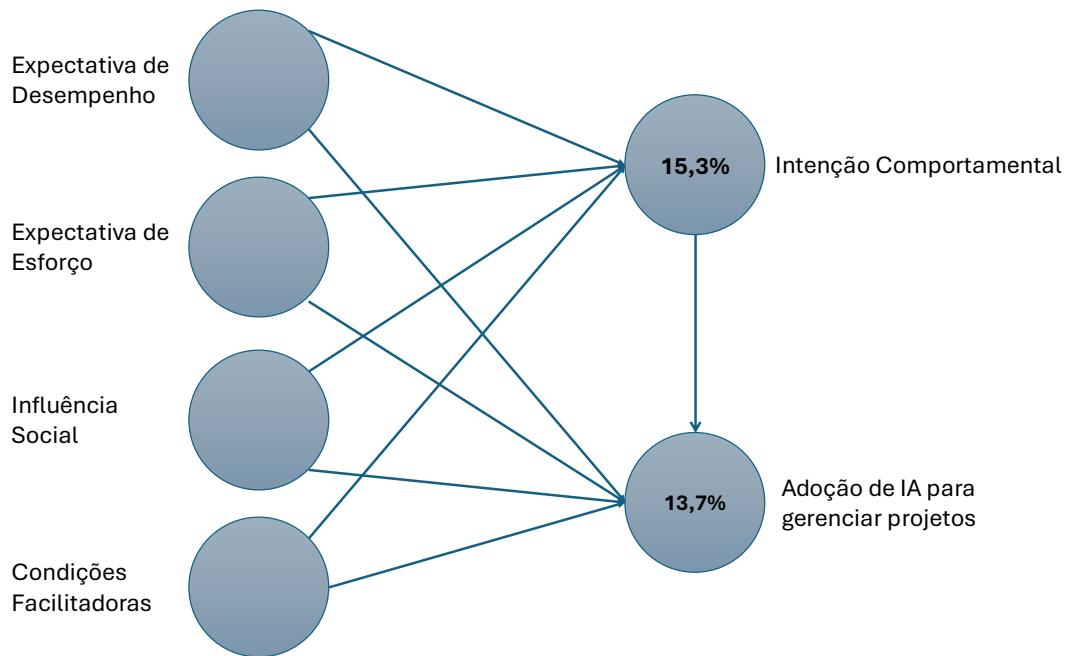


Figura 6 — Resultado visual do Estudo 3

Fonte: Autor.

Os três estudos, em detalhes, serão apresentados na Parte 2: ARTIGOS DA TESE da tese.

O framework que serve como mapa para as empresas e praticantes que buscam aproveitar as vantagens da aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos foi proposto no Estudo 4, após o entendimento de quais áreas do gerenciamento de projetos mais se beneficiam da inteligência artificial, a identificação e validação de fatores que condicionam a adoção da inteligência artificial no gerenciamento de projetos, e o impacto do comportamento das pessoas que trabalham com projetos sobre a adoção de IA.

Esse framework é adaptado do modelo da Kellogg's Foundation (2004), onde há uma visão sistemática e visual para apresentar a correlação entre os recursos que o praticante possui, as atividades planejadas e os resultados esperados. O modelo é composto por cinco componentes básicos, que podem ser divididos entre “trabalho planejado” (entradas e atividades) e “resultados esperados” (saídas, resultados e impacto).

Sobre o trabalho planejado: as entradas compreendem os recursos utilizados na realização do trabalho, sejam pessoas, empresas ou recursos financeiros; as atividades correspondem ao que é planejado a ser feito com as entradas, são os processos, ferramentas, tecnologia e ações para implementação.

Quanto aos resultados esperados: as saídas são os produtos das atividades; os resultados são as mudanças nos comportamentos, habilidades e nível de funcionalidades dos participantes ou produto; o impacto está relacionado à mudança feita na organização. O framework está ilustrado na Figura 7:



Figura 7 — Framework para adoção de IA no gerenciamento de projetos
Fonte: Autor.

O componente de entradas/recursos é preenchido pelos recursos necessários para adotar IA no gerenciamento de projetos. Os Estudos 2 e 3 apontam os recursos mínimos para adoção bem-sucedida da IA, são eles:

- Alinhamento estratégico (FC1): necessário garantir que a adoção da IA esteja alinhada com os objetivos estratégicos da organização e dos projetos. Isso envolve entender os motivos de adotar a IA, a partir de uma análise de quais metas que a IA ajudará a atingir;
- Infraestrutura adequada (FC2): necessário investir em infraestrutura, seja cloud ou seja hardware (a depender de sua aplicação), atualização de sistemas legado e/ou softwares para suportar a integração com as aplicações de IA;

- Liderança visionária (FC4): os líderes têm papel fundamental na promoção e apoio da adoção de IA, eles são responsáveis por influenciar a cultura organizacional com incentivos à inovação e experimentação das soluções de IA;
- Cultura de inovação (FC5): o ambiente organizacional deve valorizar a inovação, a aprendizagem contínua e adaptação dos usuários. A cultura facilita a adoção de novas tecnologias às práticas do gerenciamento de projetos;
- Engajamento de stakeholders (FC7): é necessário ser transparente com o uso da IA e envolver todas as partes interessadas desde o início do processo de adoção da IA. Isso integra as equipes de projetos e facilita a adaptação e aceitação da tecnologia;
- Expectativa de desempenho na visão do usuário: para a intenção de adotar IA no gerenciamento de projetos a maior influência comportamental está na expectativa que o usuário tem sobre o seu desempenho de suas atividades.

Seguindo a leitura do framework, é indicado que tendo esses recursos, é possível utilizá-los para desenvolver atividades planejadas. Para a adoção da IA no gerenciamento de projetos é necessário ter planejado:

- Capacitação do usuário (FC3): oferecer aos gestores/usuários o treinamento e desenvolvimento de habilidades sobre a utilização da IA. A familiaridade com a IA e a compreensão de suas capacidades e limitações são essenciais para a sua utilização;
- Gestão de Riscos e Compliance (FC6): é importante adotar estratégias para identificar e mitigar riscos da utilização da IA, incluindo questões éticas, legais e de privacidade de dados;
- Aprendizado contínuo (FC8): implementar mecanismos para coletar feedback das aplicações e realizar os ajustes necessários na IA, com o intuito de garantir que a solução atenda às necessidades dos projetos;
- Melhoria e Análise de desempenho (FC9): desenvolver indicadores e métricas que permitam avaliar o impacto da IA nos projetos, facilitando decisões baseadas em dados;
- Assegurar condições facilitadoras e expectativa de esforço: essas percepções do usuário se fazem importantes nas etapas de adoção de fato da IA para a

gestão de projetos. Portanto, deve-se preparar os usuários e o ambiente para garantir que o acesso e a utilização não sejam um impacto negativo para a adoção de IA.

Com as atividades planejadas finalizadas, é esperado que sejam entregues soluções de IA aplicadas ao gerenciamento de projetos. As etapas anteriores sendo cumpridas deve-se ter como saída:

- Interações claras e fáceis com a IA: um usuário bem treinado para a utilização da IA deve sentir facilidade no uso das aplicações e suas interações devem ser claras o suficiente para ele extrair o melhor dessa tecnologia;
- Percepção de utilidade, velocidade e produtividade das tarefas manuais: o usuário deve ter a percepção de que suas atividades, antes manuais, estão mais rápidas. Portanto ele deve se sentir mais produtivo, percebendo a utilidade da IA nas suas tarefas

Alcançando essas saídas após a finalização das atividades, é esperado que os envolvidos sejam beneficiados com os seguintes resultados:

- Economia de custos: a organização deve economizar custos de algumas formas diferentes, seja com a eficiência conquistada, com diminuição de *head count* ou ainda com a utilização objetiva do usuário evitando interações desnecessárias;
- Gestor de projetos com mais tempo para atividades estratégicas: a adoção da IA no gerenciamento de projetos faz com que o gestor consiga focar em atividades que são de fato relevantes ou exigem sua dedicação.

Esses resultados sendo alcançados, é esperado que impactos aconteçam na organização, nos sistemas e na sociedade:

- Mudanças culturais na empresa: a primeira adoção bem-sucedida da IA levará a organização a visualizar essa tecnologia como uma estratégia de negócio. As tomadas de decisão podem ser direcionadas para eficiência e produtividade. Os próprios usuários começarão a identificar em suas rotinas as atividades que podem ser otimizadas com IA;

- Impactos sociais: existem questões éticas e de privacidade de dados que envolvem a IA, seja no treinamento de modelos ou na utilização de soluções prontas. É necessária uma curadoria dos dados utilizados e das interações com a tecnologia para garantir que não haja ofensas, vazamento de informações sigilosas e respostas enviesadas. Os usuários também têm que tomar cuidado com a dependência da tecnologia, entender que ela deve ser utilizada como suporte. Com a automatização de tarefas repetitivas, os indivíduos podem se concentrar em atividades mais criativas, atribuindo maior sentido ao trabalho; com estratégia adequada e ética para adoção de IA, o ambiente de trabalho pode se tornar mais inclusivo; há potencial redução de sobrecarga de trabalho, especialmente do fenômeno do trabalho em excesso (Schaufeli et al, 2008), promovendo um ambiente de trabalho mais saudável.

O framework descrito acima serve como mapa para as empresas e praticantes que buscam aproveitar as vantagens da aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos é detalhado no Estudo 4. Os resultados dessa tese indicam que a maior evidência na literatura sobre a utilização de IA para gestão de projetos estão nas áreas achadas pelo Estudo 1. Entretanto, o framework foi elaborado de forma genérica para incentivar e permitir a adoção no gerenciamento de projetos como um todo.

5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES DA TESE

5.1 IMPLICAÇÕES TEÓRICAS

Essa tese contribui para a literatura acadêmica ao explorar a intersecção entre a IA e o gerenciamento de projetos. Esses dois constructos carecem de estudos integrados e aprofundados, embora tenha potencial para exploração dados os benefícios das aplicações de IA.

Ao longo dos três artigos que compõe essa tese, foram identificadas e analisadas as aplicações práticas da IA no gerenciamento de projetos, os fatores críticos de sucesso para sua adoção e os elementos que influenciam o comportamento dos profissionais no que diz respeito a aplicação da IA. As implicações teóricas decorrentes desses achados expandem o entendimento sobre como a IA pode ser integrada aos processos de gerenciamento de projetos.

Inicialmente, a revisão sistemática da literatura e a bibliometria realizadas no primeiro artigo ampliam as sinergias entre os campos da IA e do gerenciamento de projetos. Identificou-se que técnicas como machine learning e redes neurais têm sido aplicadas especialmente em áreas do gerenciamento de projetos: gestão de valor agregado; avaliação e previsão de desempenho; sucesso de projetos; gestão de riscos; cronograma e; custos.

O mapeamento dessas técnicas de IA em conjunto com as áreas de aplicação no gerenciamento de projetos aumentam a sinergia entre os dois constructos. Também fornecem base para que os pesquisadores interessados na área conheçam as lacunas que podem ser exploradas em estudos futuros.

Os Estudos 2 e 3 também trouxeram destaque para a utilização de IA Generativa no gerenciamento de projetos, algo que o Estudo 1 ainda não havia previsto, muito provavelmente por causa do surgimento dessa vertente da IA somente no final de 2022. Entretanto, ao destacar as principais tendências e áreas de aplicação, a tese contribui para a construção de um panorama mais robusto sobre a integração da IA no gerenciamento de projetos.

No segundo artigo, a identificação e validação dos fatores críticos de sucesso para a adoção da IA oferecem uma estrutura teórica que conecta aspectos tecnológicos, organizacionais e humanos. A confirmação dos nove FCS por meio de entrevistas com gestores de projetos reforça a relevância desses fatores no contexto prático, ao mesmo tempo em que fornece subsídios teóricos para a compreensão das barreiras e facilitadores da adoção da IA.

Este artigo contribui com a aplicação da teoria dos FCS, reforçando uma estratégia de identificação de aspectos críticos que devem ser considerados ao adotar uma tecnologia nova.

O terceiro artigo aprofunda a compreensão teórica sobre os determinantes da adoção da IA no gerenciamento de projetos, utilizando o modelo UTAUT. Os resultados revelam que, embora a expectativa de desempenho, expectativa de esforço e condições facilitadoras sejam variáveis significativas, a influência social e a intenção comportamental têm impacto limitado na adoção efetiva da IA. Este achado desafia algumas premissas do modelo UTAUT, sugerindo que, no contexto de tecnologias emergentes como a IA, fatores objetivos relacionados ao desempenho e à infraestrutura têm maior peso do que fatores subjetivos ou sociais. Assim, o estudo contribui teoricamente ao estender e adaptar o modelo UTAUT para o contexto específico da IA no gerenciamento de projetos, evidenciando a necessidade de considerar características particulares dessa tecnologia.

A integração dos achados dos três artigos permite a construção de um arcabouço teórico mais abrangente sobre a adoção da IA no gerenciamento de projetos. Esta tese evidencia que a efetiva integração da IA em projetos depende das aplicações práticas disponíveis, de nove fatores críticos que influenciam a adoção e do comportamento dos profissionais em relação à tecnologia. Ao conectar essas dimensões, a tese oferece uma contribuição teórica que pode servir de base para futuras pesquisas que busquem explorar outros aspectos dessa temática, como a influência da cultura organizacional, o papel da liderança na inovação tecnológica e as implicações éticas da adoção da IA.

Além disso, esta pesquisa destaca a importância de considerar o contexto específico do gerenciamento de projetos ao estudar a adoção de tecnologias emergentes. Os achados sugerem que modelos teóricos tradicionais podem necessitar de adaptações para capturar adequadamente as nuances associadas a IA. Assim, esta tese incentiva a reflexão teórica sobre como teorias e modelos existentes podem ser expandidos ou modificados para melhor entender a adoção de tecnologias como a IA em diferentes contextos organizacionais.

Em suma, as implicações teóricas desta tese residem na ampliação do conhecimento sobre a intersecção entre IA e gerenciamento de projetos. Estes avanços teóricos enriquecem a literatura acadêmica e fornecem fundamentos para a prática profissional e para o desenvolvimento de políticas e estratégias organizacionais relacionadas à adoção da IA.

5.2 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Os resultados desta tese oferecem orientações para gestores de projetos e organizações que buscam implementar a IA em seus processos. A integração dos achados dos três artigos proporciona insights práticos que podem facilitar a adoção efetiva da IA no gerenciamento de projetos, maximizando os benefícios e minimizando os desafios associados.

Inicialmente, o primeiro artigo identifica as principais áreas de aplicações práticas da IA no gerenciamento de projetos, destacando técnicas como machine learning e redes neurais artificiais. Essas tecnologias têm sido aplicadas com sucesso nas seis áreas destacadas: gestão de valor agregado; avaliação e previsão de desempenho; sucesso de projetos; gestão de riscos; cronograma e custos. Para os profissionais da área, isso significa que há um conjunto de ferramentas já disponíveis que podem ser incorporadas aos processos existentes para melhorar a eficiência, a precisão e a tomada de decisões. Também há oportunidades para implementar e descobrir novas ferramentas e aplicações, tendo em vista que a IA Generativa surgiu há 2 anos e atrai o interesse de pesquisadores e praticantes.

Com base nos FCS identificados e validados no segundo artigo, as organizações podem desenvolver estratégias eficazes para a implementação da IA. Destacam-se as seguintes ações práticas:

- **Alinhamento Estratégico:** garantir que a adoção da IA esteja alinhada com os objetivos estratégicos da organização e dos projetos específicos. Isso envolve uma análise cuidadosa de como a IA pode agregar valor e quais metas ela ajudará a atingir.
- **Infraestrutura Tecnológica Adequada:** investir em tecnologias e sistemas que suportem a implementação da IA. Isso inclui hardware (ou infraestrutura cloud), software e a integração com sistemas existentes/legado.
- **Treinamento e Desenvolvimento de Habilidades:** Oferecer capacitação e treinamento para as equipes de projeto. A familiaridade com a IA e a compreensão de suas capacidades e limitações são essenciais para a sua utilização.
- **Liderança Visionária:** Os líderes devem promover e apoiarativamente a adoção da IA, influenciando positivamente a cultura organizacional e incentivando a experimentação e a inovação.

- **Cultura de Inovação:** Fomentar um ambiente que valorize a inovação, a aprendizagem contínua e a adaptabilidade. Isso facilita a incorporação de novas tecnologias e práticas aos processos de gerenciamento de projetos.
- **Gestão de Riscos e Compliance:** Adotar abordagens proativas para identificar e mitigar riscos associados à IA, incluindo questões éticas, legais e de privacidade de dados.
- **Comunicação Eficaz e Engajamento dos Stakeholders:** Manter transparência e envolver todas as partes interessadas desde o início do processo de adoção da IA. Isso promove o alinhamento de expectativas e facilita a aceitação da tecnologia.
- **Feedback e Aprendizado Contínuo:** Implementar mecanismos para coletar feedback e realizar ajustes na aplicação da IA, garantindo que a tecnologia atenda às necessidades reais dos projetos.
- **Medição e Análise de Desempenho:** Desenvolver indicadores e métricas que permitam avaliar o impacto da IA nos projetos, facilitando decisões baseadas em dados e a otimização contínua das soluções.

O terceiro artigo reforça a importância de focar em fatores objetivos para promover a adoção da IA.

A percepção de ganhos em produtividade e eficiência, ou seja, a expectativa de desempenho, foi descoberto como fator fundamental para motivar os profissionais a utilizarem a IA. Foi identificado que os profissionais tendem a adotar a IA quando a percebem como útil para suas atividades, e que o fará realizá-las com mais produtividade e velocidade. Portanto, as organizações devem demonstrar benefícios tangíveis, apresentando estudos de caso, resultados quantitativos e exemplos concretos de como a IA melhorou projetos anteriores, incentivando assim a adoção.

Além disso, facilitar o uso da tecnologia é essencial; desmistificar conceitos da IA, promover treinamento e capacitação para as equipes reduz a percepção de esforço necessário para utilizá-la. Os resultados apontam que os usuários podem considerar o esforço para utilizar como algo secundário em um primeiro momento, mas a adoção de fato e com eficiência depende dessa capacitação do time.

Assegurar condições facilitadoras também é importante para que os profissionais adotem a IA. Disponibilizar os recursos necessários, seja em ferramentas adequadas ou em

infraestrutura tecnológica, permitem que os profissionais adotem a IA sem impedimentos. Também é uma prática facilitadora se tiver pessoas na organização com conhecimento para prestar suporte.

Adicionalmente, apesar de a influência social não ter se mostrado significativa na adoção da IA, criar comunidades de prática e compartilhar experiências positivas pode contribuir para difundir a tecnologia internamente.

É importante notar que a intenção comportamental não se traduziu diretamente em adoção efetiva da IA. Isso indica que, além de motivar os profissionais, as organizações precisam implementar estratégias que convertam a intenção em ação. Medidas práticas incluem definir metas e incentivos, estabelecendo objetivos claros relacionados ao uso da IA e oferecendo incentivos para sua utilização nos projetos. Uma alternativa é monitorar e avaliar o uso da tecnologia, acompanhando o progresso da adoção e identificando obstáculos que possam estar impedindo a utilização efetiva da IA. Promover a integração da IA nos processos, incorporando-a nos fluxos de trabalho existentes e facilitando seu uso como parte natural das atividades diárias, pode fortalecer essa conversão da intenção em prática.

Por fim, esta tese evidencia que as organizações que desejam aproveitar os benefícios da IA devem investir em planejamento estratégico, capacitação, infraestrutura e uma cultura organizacional favorável à inovação. Ao implementar as práticas recomendadas, é possível melhorar a eficiência e a qualidade dos projetos.

5.3 IMPACTO SOCIAL

A IA tem se destacado como uma das tecnologias mais disruptivas do século XXI, trazendo consigo diversas considerações sociais significativas que vão além dos benefícios econômicos e do aumento da produtividade. A implementação da IA tem o potencial de aprimorar atividades operacionais, serviços de saúde, transporte, entre outros setores, mas também levanta questões sobre como a sociedade pode usufruir de seus benefícios enquanto minimiza os riscos associados (Fosso Wamba et al., 2020; Cubric, 2020).

Um dos impactos sociais mais notáveis da adoção da IA é o aumento da dependência dessa tecnologia. A confiança excessiva nesses sistemas pode gerar desafios em termos de segurança e confiabilidade, exigindo uma gestão cuidadosa para evitar falhas (Cubric, 2020). No contexto do gerenciamento de projetos, essa questão relaciona-se diretamente à gestão de

riscos, onde é essencial identificar, avaliar e mitigar os riscos associados à dependência tecnológica para assegurar a continuidade e a segurança das operações.

A IA também pode proporcionar acesso a recursos e oportunidades econômicas para diferentes populações e setores. Por exemplo, no setor agrícola, o uso de sensores equipados com IA para detectar precocemente danos às plantações auxilia pequenos agricultores a melhorar sua produção (Fosso Wamba et al., 2020). Essa aplicação tem implicações na área de custos no gerenciamento de projetos, pois a melhoria na produção agrícola pode reduzir custos operacionais e aumentar a eficiência, contribuindo para o sucesso de projetos no setor agrícola.

No campo educacional, a IA tem o potencial de melhorar o desempenho dos estudantes e a produtividade dos professores. Uma possível utilização da IA seria com recomendação de conteúdos personalizados com base no engajamento e interações anteriores dos alunos (Fosso Wamba et al., 2020). No setor de saúde, a IA pode antecipar diagnósticos e otimizar a distribuição de recursos. Sistemas de IA capazes de detectar doenças por meio de diagnósticos visuais de imagens aumentam a precisão e rapidez no tratamento (Fosso Wamba et al., 2020). Essas aplicações são análogas à avaliação e previsão de desempenho no gerenciamento de projetos, permitindo monitorar o progresso dos alunos e ajustar estratégias de ensino em tempo real ou melhorar a precisão dos diagnósticos e otimizar tratamentos.

A capacidade da IA de detectar e filtrar conteúdo falso ou enganoso também representa um impacto social significativo. A utilização de classificadores para identificar notícias ou emails falsos contribui para a gestão de riscos, reduzindo os riscos associados à disseminação de desinformação em projetos de comunicação (Fosso Wamba et al., 2020).

A gestão de infraestruturas pode ser aprimorada com a IA, como na manutenção preditiva de sistemas de transporte público, otimizando o planejamento urbano e a gestão de recursos (Fosso Wamba et al., 2020). No gerenciamento de projetos, essa aplicação está relacionada ao cronograma e à gestão de valor agregado, pois a manutenção preditiva pode otimizar cronogramas e agregar valor a projetos de infraestrutura.

A IA também pode melhorar a performance de órgãos públicos e a gestão de serviços aos cidadãos, identificando e fornecendo serviços personalizados com base em análises de dados (Fosso Wamba et al., 2020). Esse impacto está diretamente relacionado ao sucesso do projeto no gerenciamento de projetos, ao melhorar a eficiência e eficácia de projetos governamentais.

No contexto da gestão de projetos, onde esta tese está inserida, a adoção de soluções de IA tem se destacado por viabilizar a automatização de tarefas operacionais, liberando tempo para que o gestor se dedique a atividades que exijam maior senso crítico, criatividade e tomada

de decisão estratégica. Ao reduzir a carga de trabalho repetitivo, a IA potencializa a capacidade de conduzir um número maior de projetos em paralelo, elevando tanto a eficiência quanto a competitividade das organizações. Além disso, ao oferecer maior precisão em estimativas e análises de risco, a IA fortalece o processo decisório e contribui para a entrega de resultados.

Nesse cenário, do ponto de vista social, a difusão dessa tecnologia desencadeia um efeito duplo. Positivamente, cria oportunidades de trabalho, pois exige profissionais capacitados em análise de dados, aprendizado de máquina e demais áreas correlatas ao desenvolvimento e gerenciamento de soluções de IA. Por outro lado, gera o desafio de adaptação para aqueles que não buscarem atualizar suas competências tecnológicas, culminando em potenciais lacunas no mercado de trabalho. Consequentemente, além da implementação de plataformas de IA, se faz necessário um planejamento estratégico de capacitação, de modo a assegurar que a transformação digital seja inclusiva e gere benefícios sustentáveis tanto para a organização quanto para a força de trabalho.

De modo geral, a IA exige responsabilidade social desde seu treinamento até sua utilização. A IA vai replicar o que ela foi treinada a fazer, portanto é necessário garantir que os dados de treinamento são completos e inclusivos para não gerar vieses nas suas saídas e tomadas de decisão. Também é importante a inclusão de limitadores de conteúdos para garantir que o usuário não vai conseguir extrair informações indevidas ou gerar conteúdos ofensivos.

A inteligência artificial possui um potencial significativo para causar impactos sociais em diversas áreas, desde a resposta a crises até a promoção de igualdade e inclusão. A aplicação da IA em setores como saúde, educação, gestão ambiental e segurança pode melhorar a eficácia e a eficiência dos serviços prestados à sociedade. No contexto do gerenciamento de projetos, esses impactos são relevantes para as seis áreas identificadas por essa tese: gestão de valor agregado; avaliação e previsão de desempenho; sucesso de projetos; gestão de riscos; cronograma e; custos.

5.4 LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS

Apesar das contribuições desta tese para a compreensão da adoção da IA no gerenciamento de projetos, vale ressaltar as limitações que abrem caminho para pesquisas futuras. Essas limitações referem-se principalmente ao escopo das metodologias utilizadas e à representatividade das amostras nos estudos.

No primeiro artigo, a revisão sistemática da literatura e a análise bibliométrica forneceram um panorama das contribuições da IA no gerenciamento de projetos. No entanto, a string de busca empregada pode não ter contemplado todos os sinônimos e variações terminológicas relevantes, possivelmente excluindo estudos pertinentes ao tema. Além disso, a pesquisa foi restrita a um conjunto específico de bases de dados, o que pode ter limitado a abrangência dos artigos encontrados. Vale ressaltar que no período de elaboração da tese e dos outros estudos, a IA Generativa foi disseminada ao público, considerando que a velocidade para publicações acadêmicas não é a mesma da experimentação prática, cabe uma atualização desse estudo buscando incluir aplicações com IA Generativa. Há também o risco do viés de publicação, estudos com resultados positivos são mais propensos a serem publicados do que aqueles com resultados negativos ou inconclusivos, o que pode distorcer as conclusões da revisão. Pesquisas futuras, portanto, podem ampliar a estratégia de busca, incluindo uma variedade maior de palavras-chave e consultando bases de dados adicionais, para obter uma visão mais completa da literatura existente.

O segundo artigo explorou os fatores críticos de sucesso para a adoção da IA por meio de entrevistas com dez gestores de projetos. Embora os depoimentos tenham enriquecido a compreensão prática dos desafios e facilitadores, o número limitado de participantes pode não refletir toda a diversidade de contextos organizacionais e setores industriais. É importante considerar um viés de resposta quando se trata de inteligência artificial, os gestores podem fornecer respostas que consideram socialmente desejáveis ou que refletem bem sobre suas habilidades e decisões, em vez de respostas totalmente honestas e críticas, especialmente em amostras limitadas (10 participantes) esse viés pode ficar mais evidente. Além disso, a disponibilidade restrita de estudos empíricos sobre o tema limita a generalização dos resultados. Futuras pesquisas podem expandir o número de entrevistados e incluir profissionais de diferentes setores e regiões, bem como conduzir estudos de caso detalhados para identificar padrões e desafios comuns na adoção da IA.

No terceiro artigo, a aplicação do modelo UTAUT em uma amostra de 234 profissionais brasileiros forneceu insights sobre os aspectos que determinam a adoção da IA no gerenciamento de projetos. No entanto, a concentração da amostra no contexto brasileiro pode limitar a generalização dos resultados para outros países e culturas organizacionais. Além disso, a variância explicada pelo modelo indica que outros fatores, não contemplados neste estudo, podem influenciar a adoção da IA. Pesquisas futuras podem ampliar a amostra para incluir participantes de diferentes países, permitindo comparações com mais culturas. A investigação de outras variáveis, como cultura organizacional, conhecimento técnico dos profissionais,

suporte da liderança, percepção de risco também podem enriquecer a compreensão dos fatores que influenciam a adoção da IA. Portanto, podem ser explorados outros modelos além do UTAUT para essa verificação com o intuito de abranger uma maior porcentagem de justificativa da adoção de IA.

A rápida evolução da IA como tecnologia emergente sugere a necessidade de estudos longitudinais que acompanhem a adoção da IA ao longo do tempo. Tais pesquisas poderiam avaliar como as percepções dos profissionais e as práticas organizacionais evoluem, bem como o impacto a longo prazo da IA nos resultados dos projetos. Isso permitiria identificar tendências, desafios persistentes e oportunidades para aprimoramento contínuo. A adoção da IA no gerenciamento de projetos é um fenômeno complexo que envolve não apenas aspectos técnicos, mas também comportamentais e éticos. Desenvolver frameworks específicos para a gestão de riscos associados à IA, considerando segurança de dados, privacidade, ética e conformidade regulatória, é essencial para orientar as organizações na implementação responsável da tecnologia.

Por fim, embora esta tese tenha avançado o conhecimento sobre a aplicação e adoção da IA no gerenciamento de projetos, o campo de pesquisa ainda é pouco explorado na literatura, o que indica amplas oportunidades para pesquisas futuras. Abordar as limitações identificadas e explorar as direções sugeridas pode ampliar a compreensão teórica e prática deste campo emergente, auxiliando organizações e profissionais a maximizar os benefícios da IA em seus projetos.

PARTE 2: ARTIGOS DA TESE

6 ESTUDO 1: A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Resumo

O objetivo deste artigo foi verificar as contribuições da inteligência artificial no âmbito da gestão de projetos. Para isso optou-se por uma abordagem metodológica que foi desenvolvida em dois passos: o primeiro refere-se ao uso da bibliometria visando revelar a estrutura e dinâmica da literatura que vincula a inteligência artificial no gerenciamento de projetos; o segundo utilizou-se da revisão sistemática da literatura para gerir a variedade de conhecimentos para essa investigação do campo intelectual existente. Foram examinados 227 artigos. Como resultado foi identificado que a inteligência artificial é aplicada no gerenciamento de projetos nas seguintes práticas: processos de gerenciamento de projetos; cronograma; gestão de valor agregado; avaliação e previsão de desempenho; custos; gestão de riscos; e sucesso do projeto. Também foi identificado que uma das principais tendências estão na utilização de técnicas como *machine learning* e *deep learning*. Neste artigo foi exemplificado que a inteligência artificial traz benefícios para o gerenciamento de projetos em todas as áreas em que é aplicada, reduzindo erros humanos, custos, aumentando qualidade de projetos, dentre outros.

Palavras-chave: gerenciamento de projetos, inteligência artificial, *machine learning*, redes neurais artificiais.

THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PROJECT MANAGEMENT

Abstract

The purpose of this article is to verify the contributions that artificial intelligence brings to project management. To achieve this purpose was elaborated a methodological approach divided in two steps: the first one is the bibliometrics to reveal the structure and dynamics of the literature regarding artificial intelligence in project management; the second one is the systematic review of the literature to manage the variety of knowledge for this investigation of the existing intellectual field. 227 articles were examined. As result was identified that artificial intelligence is applied in project management in the following practices: project management processes; scheduling; earned value management; performance assessment and forecasting; costs; risk management; and project success. Also was identified that one of the main trends is in the use of techniques such as machine learning and deep learning. In this article were exemplified that artificial intelligence brings contributions to project management in all applied areas, reducing human errors, costs, increasing project quality, among others.

Keywords: project management, artificial intelligence, machine learning, artificial neural networks.

6.1 INTRODUÇÃO E CONTEXTO

As aplicações da inteligência artificial têm contribuído em diferentes campos de estudos especialmente com grande potencial para a solução de problemas. Há uma tendência da utilização de ferramentas tecnológicas para otimização de processos de decisão manual (Mohagheghi et al., 2019). No âmbito da gestão de projetos, a popularidade da IA vem crescendo desde 2010 (Ong & Uddin, 2020). As aplicações da IA no gerenciamento de projetos envolvem: a automação de tarefas rotineiras; a identificação de anomalias em projetos; análise de desempenho; e contribui para a redução de erros humanos e o aumento da eficiência operacional (Elmousalami, 2021; Niederman, 2021). A sua utilização faz com que os gerentes de projetos possam ocupar seu tempo com atividades estratégicas (PMI, 2019). Dada a relevância e o impacto prático dessas aplicações, estudar a intersecção da IA com o gerenciamento de projetos é relevante, considerando um contexto em que as empresas buscam aprimorar a qualidade e a produtividade de suas operações (Laanti & Kangas, 2015).

Os trabalhos de Holzmann, Zitter e Peshkess (2022) indicam que os campos de pesquisa e técnicas de inteligência artificial, utilizados no gerenciamento de projetos nos anos 90, estavam voltadas aos sistemas especialistas e sistemas de suporte a decisão, enquanto até 2022 havia uma tendência de estudos sobre *machine learning* e lógica *fuzzy*. De acordo com Kumar, Pandey e Singh (2021) ainda existem oportunidades de estudos nas aplicações práticas da inteligência artificial, inclusive recentemente intensificaram-se os estudos com aplicações de *deep learning* e IA Generativa (Karnouskos, 2024; Paparic & Bodea, 2024).

O desenvolvimento tecnológico da IA tem permitido que dados qualitativos possam ser analisados além dos dados quantitativos (Holzmann, Zitter & Peshkess, 2022). Essa evolução possibilitou novas aplicações, como: automatizar processos para a redução de riscos; assistir o monitoramento das atividades do projeto; identificar anomalias, *outliers* ou correlações entre projetos (Ong & Uddin, 2020). Essa evolução tecnológica faz com que existam diferentes técnicas de IA que possam ser aplicadas em diferentes áreas da gestão de projetos, o que causa um crescimento fragmentado da literatura.

Nesse sentido, justifica-se uma revisão sistemática da literatura e uma bibliometria — abordagens metodológicas adotadas nesse trabalho —, com o intuito de ordenar e consolidar quais técnicas de IA estão sendo adotadas no gerenciamento de projetos; quais ramificações do gerenciamento de projetos estão adotando técnicas de IA; benefícios da utilização dessa tecnologia. De acordo com Sandberg e Alvesson (2021), a tipificação do conhecimento teórico

permite compreender diferentes tipos de teorias que estruturam a literatura científica, desde aquelas que explicam fenômenos até as que classificam, ordenam ou provocam novos debates. Nesse sentido, a revisão sistemática da literatura e a bibliometria ajudam a mapear de forma estruturada os campos temáticos e as lacunas existentes. Assim, essa abordagem contribui para ordenar teorias e práticas, promovendo maior clareza e coesão sobre a adoção de IA no gerenciamento de projetos.

Portanto, esse artigo tem por objetivo verificar as contribuições da IA no âmbito da gestão de projetos. Esse artigo contribui para o corpo teórico do gerenciamento de projetos, explorando a intersecção com a IA. Como benefícios, isso pode ser relevante para a comunidade acadêmica e para os praticantes.

A estrutura deste artigo, após esta introdução será apresentar os passos do método de pesquisa incluindo as duas abordagens — bibliometria e revisão sistemática da literatura. Na seção seguinte, seção 6.3, os resultados encontrados serão analisados e discutidos sob a ótica das contribuições esperadas. Na seção 6.4, estão apresentadas contribuições para a prática e, por fim, na seção 6.5, estão as considerações finais deste artigo, trazendo sugestões para pesquisadores aprofundarem o tema em pesquisas futuras.

6.2 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo deste artigo de verificar as contribuições que a inteligência artificial traz para o gerenciamento de projetos, foi elaborada uma metodologia dividida em dois passos. O primeiro passo é a bibliometria, que foi selecionada pois os métodos bibliométricos são utilizados quando o pesquisador busca revelar a estrutura e dinâmica do seu campo de pesquisa na literatura (Zupic & Cater, 2015). O segundo passo é a revisão sistemática da literatura, que é utilizada quando é pretendido gerir a variedade de conhecimentos para uma investigação acadêmica específica, de forma a permitir ao pesquisador mapear e analisar o campo intelectual existente (Tranfield, Denyer e Smart, 2003).

6.2.1 Bibliometria

Com o objetivo de fornecer essa análise estruturada, estatística e transparente (Aria & Cuccurullo, 2017) da inteligência artificial e do gerenciamento de projetos na literatura acadêmica, a primeira metodologia adotada foi a bibliometria. Para atingir tal objetivo, a metodologia foi aplicada seguindo os cinco estágios de condução de um mapeamento científico: desenho do estudo; coleta de dados; análise de dados; visualização dos dados; interpretação (Zupic & Cater, 2015).

No primeiro estágio foi definido que para os estágios de análise e visualização dos dados seria utilizado o software *Bibliometrix* (Aria & Cuccurullo, 2017) com auxílio do software *RStudio*. Também foi definido que seriam utilizados os métodos bibliométricos de: citação; cocitação; termos semelhantes. A Tabela 2 traz a justificativa da utilização de cada método bibliométrico nessa pesquisa, descrevendo o objetivo de cada um e pontos que devemos considerar na análise, seguindo a argumentação de Zupic & Cater (2015):

Método Bibliométrico	Objetivo	Observação
Citação	Encontrar os artigos mais relevantes no campo de pesquisa	Artigos relevantes podem não ter muitas citações por serem publicações recentes
Cocitação	Construir medidas de similaridade entre autores, artigos e revistas de publicação	Publicações recentes também podem não ser conectadas diretamente porque citações levam tempo na academia
Termos semelhantes	Criar relações através dos termos utilizados no artigo	Alguns sinônimos podem não ser relacionados

Tabela 2 — Métodos bibliométricos: objetivo e observação

Fonte: Autor.

Na coleta de dados, que consiste no segundo estágio, foram adotadas as bases de dados *Web of Science* e *Scopus* porque são duas das maiores bases de pesquisa acadêmica e possibilitam a exportação dos resultados de pesquisa em formato compatível com todas as funcionalidades do software escolhido (<https://www.bibliometrix.org/vignettes/Data-Importing-and-Converting.html>). Para encontrar os artigos nas bases de dados, foi utilizada uma combinação de palavras-chave relacionando as duas áreas de interesse dessa pesquisa: inteligência artificial e gerenciamento de projetos, conforme indicado na Tabela 3. Na *Web of Science* foram pesquisados artigos que contivessem as palavras-chave de interesse no resumo, título e palavras-chave, enquanto na *Scopus*, por ser uma base que traz mais resultados, as palavras-chave foram pesquisadas apenas no resumo para aumentar a relevância dos artigos estudados. Não foram definidas limitações de idioma, período ou localidade e, como resultado da pesquisa, foram encontrados 227 artigos, divididos entre 130 na base *Web of Science* e 97 na base *Scopus*.

Termos de busca	Resultados <i>Web of Science</i>	Resultados <i>Scopus</i>	Total
"artificial intelligence" and "project*" manag*"	130	97	227

Tabela 3 — Termos de busca e resultados obtidos nas bases de dados

Fonte: Autor.

No terceiro estágio da bibliometria, foi realizada a etapa de análise primeiramente extraiendo das bases *Web of Science* e *Scopus* os arquivos com extensão .txt e .bib,

respectivamente. Por conta de uma limitação no software *Bibliometrix* em que somente é possível trabalhar com uma base importada por vez, foi necessário unir os resultados das bases *Web of Science* e *Scopus* antes de avançar para o terceiro estágio. Para auxiliar na união das bases o próprio software *Bibliometrix* foi utilizado seguindo o Script 1 em linguagem R abaixo executado no console do software *RStudio*:

```
# Instalação dos pacotes que serão utilizados bibliometrix e xlsx
install.packages(bibliometrix)
install.packages(xlsx)

# Abrir o Bibliometrix
library(bibliometrix) # importa a biblioteca
biblioshiny() # função que executa a interface web
```

Script 1 — Instalação de pacotes necessários e execução da interface web do aplicativo
Fonte: Autor.

Com a interface web aberta, foram importadas a base da *Web of Science* no item de menu “Data”, selecionando a opção “Import raw file(s)” e a respectiva base. Em seguida foi feita a conversão para o formato .xlsx exportando o mesmo arquivo. O procedimento foi repetido na sequência para a base *Scopus*.

O software *RStudio* foi utilizado novamente, dessa vez para importar na aba *Environment* os arquivos em .xlsx que convertemos no *Bibliometrix*. Uma vez que esses arquivos estão carregados no formato .xlsx no *RStudio*, conseguimos juntar as duas bases de resultados executando o Script 2 abaixo:

```
# União das bases de dados Web of Science e Scopus removendo artigos duplicados
combined <- mergeDbSources (file1, file2, remove.duplicated = T)

# Execução da biblioteca de manipulação de arquivo Excel
library(xlsx)

# Criação do arquivo combinado em formato .xlsx (salvo na pasta Documentos)
write.xlsx (combined, file = "DATABASE_NAME.xlsx")
```

Script 2 — Remoção de artigos duplicados e união das bases de dados WoS e Scopus
Fonte: Autor.

Para finalizar o terceiro estágio, de análise de dados, o arquivo DATABASE_NAME.xlsx (nome genérico com intuito didático) foi importado no software

Bibliometrix. No menu “Data”, foi selecionada a opção “Load bibliometrix file(s)” que permite a importação com a extensão .xlsx. Esses procedimentos possibilitaram ultrapassar a limitação de importação única do software, compilando os resultados em uma única base de dados, totalizando 174 artigos para a realização dos próximos estágios.

A Tabela 4 foi construída seguindo as associações entre unidade de análise e possíveis relacionamentos mais comuns na literatura, de acordo com Aria & Cuccurullo (2017). Na Tabela 3 está consolidada a análise bibliométrica que será detalhada na seção 6.3.1, e foi executada com o auxílio do *Bibliometrix*:

Método Bibliométrico	Unidade de análise	Relacionamentos
Citação	Artigos	-
Cocitação	<ul style="list-style-type: none"> • Artigos • Autores • Revistas de publicação 	<ul style="list-style-type: none"> • Artigos • Autores • Revistas de publicação
Termos semelhantes	<ul style="list-style-type: none"> • Palavras-chave 	<ul style="list-style-type: none"> • Evolução temática • Mapeamento temático • Coocorrência

Tabela 4 — Consolidado da análise bibliométrica realizada

Fonte: Autor, adaptado de Aria & Cuccurullo (2017).

Na Tabela 4 a análise de citação não apresenta a coluna “Relacionamentos” preenchida porque é uma análise individual baseada na quantidade de vezes que um artigo foi citado. O quarto estágio e o quinto estágio, de visualização e interpretação dos dados, serão elaborados em conjunto na seção 6.3, utilizando os métodos bibliográficos definidos no primeiro estágio.

6.2.2 Revisão sistemática da literatura

Pollock e Berg (2018) argumentam que a revisão sistemática da literatura é utilizada para responder, com evidências, uma questão de pesquisa e evitar desperdício de recursos e tempo em procurar respostas que já existem na literatura. Com isso, esse método se mostra adequado para compreender como se dá a aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos.

Para a condução dessa revisão sistemática da literatura, foi utilizado o modelo de Tranfield et al. (2003), que se baseia em cinco estágios. Os estágios consistem na identificação da pesquisa, na seleção dos estudos que atendam aos critérios de inclusão e exclusão, na

avaliação da qualidade dos artigos de pesquisa, na extração de dados e monitoramento do progresso e, por fim, na síntese de dados, que tem o objetivo de resumir, integrar e acumular descobertas de diferentes pesquisas sobre um mesmo tema (Tranfield et al., 2003).

No primeiro estágio, de identificação da pesquisa, foram utilizadas as bases de dados *Web of Science* e *Scopus* para encontrar artigos potencialmente relevantes para o tema de pesquisa. Para encontrar os artigos nas bases de dados, foi mantida a combinação de palavras-chave utilizada na bibliometria, relacionando as duas áreas de interesse dessa pesquisa: inteligência artificial e gerenciamento de projetos, conforme indicado na Tabela 3. Os mesmos filtros foram aplicados nas duas bases: na *Web of Science* foram pesquisados artigos que contivessem as palavras-chave de interesse no resumo, título e palavras-chave, enquanto na *Scopus* as palavras-chave foram pesquisadas apenas no resumo para aumentar a relevância dos artigos estudados. Não foram definidas limitações de idioma, período ou localidade.

No segundo estágio, de seleção de estudos, os resultados obtidos na base de dados foram exportados em formato que possibilitasse o manuseio no software Excel. Primeiramente as bases de resultados foram comparadas para identificar os artigos que eram comuns à ambas. Como resultado desse filtro, 54 artigos encontravam-se em ambas as bases. Por consequência, 174 artigos potenciais para análise, divididos entre: 77 exclusivos da *Web of Science*; 43 exclusivos da *Scopus*; 54 em comum.

Ainda no segundo estágio, todos os resumos dos artigos filtrados até esse ponto foram lidos para selecionar quais artigos seriam relevantes para a leitura completa. Para a seleção de artigos relevantes nesse estágio, foram definidos os seguintes critérios: artigos que tratassem da aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos de forma central; artigos que tratassem da inteligência artificial como auxílio ao gerenciamento de projetos; foram excluídos artigos que tratavam de gerenciamento de projetos de inteligência artificial. Como resultado do segundo estágio restaram: 23 artigos exclusivos da base *Web of Science*; 21 artigos exclusivos da base *Scopus*; 26 artigos em comum.

O terceiro estágio, que consiste na avaliação da qualidade dos artigos de pesquisa, foi realizada em conjunto com a última etapa do segundo estágio. Dado o objetivo de encontrar as utilizações da inteligência artificial no gerenciamento de projetos, compôs a leitura completa dos artigos filtrados até aqui. Segundo os mesmos critérios da leitura dos resumos e excluindo os artigos que não foram possíveis de acessar, como resultado do terceiro estágio restaram: 20 artigos exclusivos da base *Web of Science*; 8 artigos exclusivos da base *Scopus*; 19 artigos em comum. A Tabela 5 representa a quantidade de artigos considerados após cada estágio de seleção e avaliação de artigos.

Seleção de artigos	Total de resultados
Resultados da busca	227
1º estágio (artigos em potencial)	174
2º estágio (artigos relevantes)	70
3º estágio (artigos selecionados)	47

Tabela 5 — Quantidade de artigos considerados após cada estágio de seleção e avaliação de artigos
Fonte: Autor.

No quarto estágio do modelo de Tranfield et al. (2003), foi realizada a extração de dados dos 47 artigos selecionados na pesquisa. Os dados encontrados foram classificados por abordagem metodológica adotada, área de pesquisa do artigo, campo de pesquisa da inteligência artificial e como a inteligência artificial está aplicada no gerenciamento de projetos, de acordo com o protocolo que está evidenciado na Tabela 6.

Classificação de cada artigo selecionado	Descrição
Abordagem metodológica	Identificação da abordagem metodológica utilizada (qualitativa, quantitativa ou mista)
Área de pesquisa	Identificação da área de pesquisa dos artigos (gerenciamento de projetos, engenharia, construção civil etc.)
Campo de pesquisa da inteligência artificial	Identificação do campo de pesquisa da inteligência artificial (sistemas especialistas, <i>machine learning</i> , <i>deep learning</i> , etc.)
Aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos	Identificação da aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos (gerenciamento e controle do projeto, gestão de valor agregado, avaliação e previsão de desempenho etc.)

Tabela 6 — Protocolo de classificação dos dados
Fonte: Autor.

O último estágio, de síntese dos dados, está detalhado na próxima seção (6.3).

Com o intuito de sintetizar a seção de metodologia, foi elaborada pelo autor a matriz de amarração abaixo (Tabela 7), adaptada de Costa, Ramos, & Pedron (2019):

Método	Objetivo do método	Objetivo aplicado ao trabalho
--------	--------------------	-------------------------------

Bibliometria	Revelar a estrutura e dinâmica do seu campo de pesquisa na literatura	Revelar contribuições que a inteligência artificial traz para o gerenciamento de projetos
Revisão Sistemática da Literatura	Gerir a variedade de conhecimentos para uma investigação acadêmica específica, de forma a permitir ao pesquisador mapear e analisar o campo intelectual existente	Mapear e analisar quais são as contribuições que a inteligência artificial traz para o gerenciamento de projetos

Tabela 7 — Matriz de amarração

Fonte: Autor, adaptado de Costa, Ramos e Pedron (2019).

Conforme detalhado na Tabela 4 — Consolidado da análise bibliométrica realizada, três estratégias bibliométricas foram adotadas: citação, cocitação e termos semelhantes. A análise de citação tem o objetivo de encontrar os artigos mais relevantes sobre inteligência artificial e gerenciamento de projetos. A análise de cocitação foi explorada diante de três unidades de análise: artigos, autores e revistas de publicação. A análise de termos semelhantes foi desenvolvida baseada na unidade de análise palavras-chave.

6.3 DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção os estágios quatro e cinco propostos por Zupic & Carter (2015) para a bibliometria e o quinto estágio proposto por Tranfield et al. (2003) serão elaborados e discutidos seguindo o objetivo de cada método para a pesquisa, conforme detalhado na Tabela 8. Nessa tabela também estão detalhadas as seções em que cada informação será apresentada, para orientar a leitura e interpretação dos resultados:

Método	Objetivos	Estratégia	Seção
Bibliometria	○ Identificar a estrutura do campo de pesquisa na literatura	○ Citação	○ 3.1 Análise Bibliométrica
	○ Identificar autores mais citados sobre o tema	○ Cocitação	
	○ Identificar palavras-chave que se relacionam	○ Termos semelhantes	
Revisão Sistemática da Literatura	○ Mapear e analisar o campo intelectual existente sobre o tema de pesquisa		○ 3.2 Abordagem metodológica
	○ Identificar as áreas que mais aplicam inteligência artificial em projetos	○ Classificação de cada artigo selecionado (vide Tabela 5)	○ 3.3 Área de pesquisa
	○ Verificar as contribuições que a inteligência artificial traz para o gerenciamento de projetos		○ 3.4 Campo de pesquisa da IA ○ 3.5 Aplicação da IA no Gerenciamento de Projetos

Tabela 8 — Protocolo de classificação dos dados.

Fonte: Autor

6.3.1 Análise bibliométrica

Conforme detalhado na Tabela 8, três métodos bibliométricos foram adotados nessa pesquisa: citação, cocitação e termos semelhantes. A análise de citação tem o objetivo de encontrar os artigos mais relevantes sobre inteligência artificial e gerenciamento de projetos.

Os resultados de análise das citações que estão na Figura 8 abaixo, nela é possível identificar que metade dos autores mais citados sobre o tema de pesquisa são de origem chinesa, sendo Zhang & El-Gohary (2016) os autores mais citados, a quantidade de 124 citações no momento dessa pesquisa indica que este estudo específico se tornou uma referência na área de engenharia civil computacional. Noronha & Sarma (1991) e Navinchandra, Sriram e Logcher (1988), mesmo com suas pesquisas publicadas há mais de 30 anos, são autores que seguem sendo citados ano após ano, demonstrando relevância de suas pesquisas na literatura.

Zadeh (1965) é amplamente reconhecido por sua introdução da lógica *fuzzy*, uma ferramenta que permitiu o avanço da área da IA. A permanência de suas citações indica que, apesar do avanço tecnológico, os fundamentos da lógica *fuzzy* ainda são aplicados e aprimorados nas pesquisas contemporâneas, consolidando-o como um conceito adaptável a novos contextos.

Artigos recentes, como o de Cubric (2020), que já acumulam um número significativo de citações, sugerem que novos tópicos em IA são emergentes. Esse crescimento nas citações de documentos novos pode refletir uma área de pesquisa dinâmica, onde avanços recentes estão gerando interesse e aplicação prática. É possível perceber na Figura 8 que existem marcos na literatura que coincidem com a evolução da IA: lógica *fuzzy* (1965); representação de conhecimento (1988-1991); *machine learning* (2001-2011); *deep learning* (2014-2020).

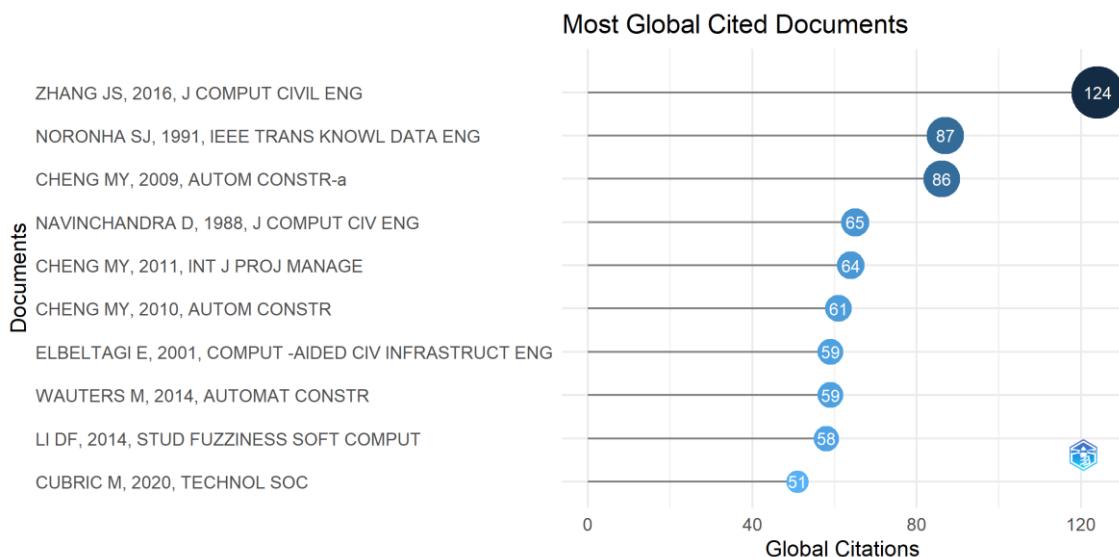


Figura 8 — Análise de citação: artigos mais citados na literatura
Fonte: Autor.

A análise de cocitação foi explorada diante de três unidades de análise: artigos, autores e revistas de publicação. A Figura 9 representa a análise de cocitação em que há citações comuns entre os resultados da base de dados:

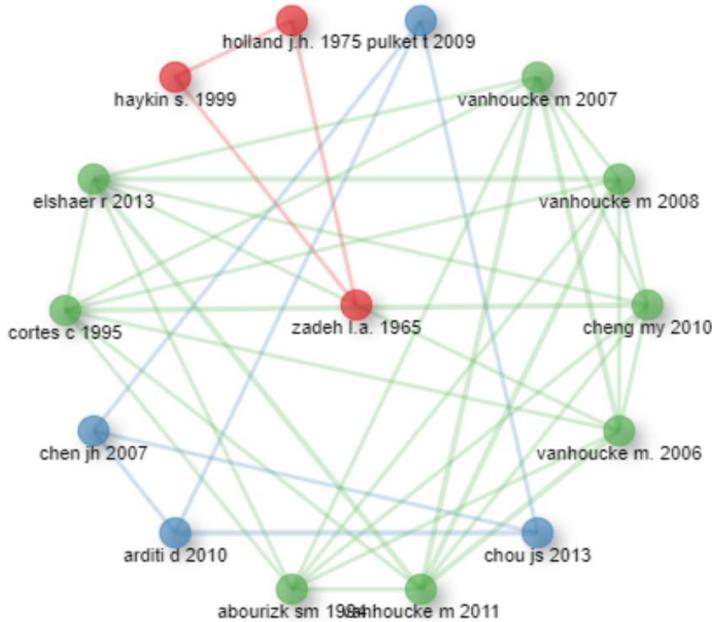


Figura 9 — Análise de cocitação: artigos que se citam

Fonte: Autor

No mapa de cocitação de artigos, Zadeh LA (1965) é um nó central, frequentemente cocitado com outros documentos fundacionais, como o de Holland (1975), conhecido por suas contribuições aos algoritmos genéticos. Essa relação indica que os estudos sobre lógica fuzzy e algoritmos evolutivos são bases comuns que sustentam pesquisas sobre sistemas complexos e IA. A presença de outros trabalhos como o de Haykin (1999), que também é amplamente cocitado, sugere conexão entre esses conceitos no desenvolvimento de redes neurais e *machine learning*. A evolução da IA se reflete novamente na cocitação entre artigos, consolidando a base de técnicas que conceitualmente evoluem em novas aplicações. A tendência é que essa cocitação se replique com a evolução da literatura sobre IA Generativa, onde conceitos sobre redes neurais, processamento de linguagem natural e *deep learning* sejam citados para fundamentar essa aplicação na gestão de projetos.

Neste sentido, por meio da análise de cocitação, também foi possível analisar que Cheng, Peng, Wu e Chen (2010), dos autores que estão entre os mais citados na literatura, citam os artigos de Vanhoucke (2006, 2007). O destaque para quantidade de citações de autores de origem chinesa se dá pela predominância da cocitação entre esses autores, o que comprova o interesse da China em estudos sobre IA ao longo dos anos, sendo atualmente um dos países que mais investe em pesquisas sobre o tema.

A Figura 10, por sua vez, representa a análise de cocitação na perspectiva dos autores:

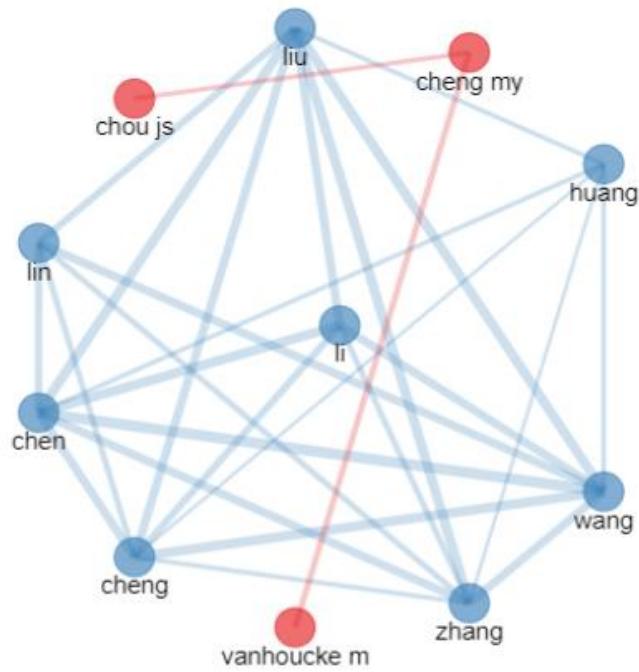


Figura 10 — Análise de cocitação: autores que se citam

Fonte: Autor.

Na Figura 10 é possível rever a cocitação entre Cheng e Vanhoucke, a análise de cocitação de autores destaca ambos como figuras centrais. Isso sugere que suas áreas de atuação — principalmente otimização e gerenciamento de projetos — são interdependentes. Vanhoucke é notável por suas contribuições em algoritmos de otimização aplicados ao gerenciamento de recursos, enquanto Cheng trabalha com modelagem computacional para melhorar processos de construção. A cocitação desses autores indica uma convergência entre o desenvolvimento de métodos de técnicas de IA e a aplicação prática no campo da construção e engenharia civil. Esta sinergia pode ser explicada pela demanda crescente por soluções eficientes e automatizadas em projetos, o que explica a popularidade de tais temas. Por fim da análise de cocitação, na Figura 11 está representa a análise na perspectiva das revistas:

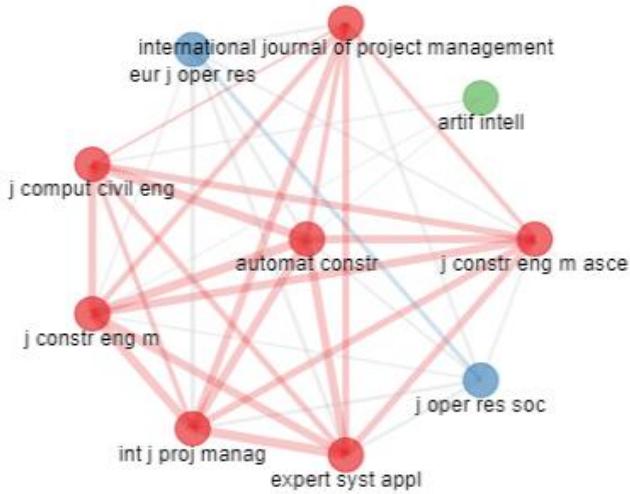


Figura 11 — Análise de cocitação: revistas que se citam

Fonte: Autor.

Na Figura 11 destaca-se a cocitação de revistas, onde revela-se que *Automation in Construction* e *Journal of Computing in Civil Engineering* são canais primários para a disseminação de conhecimento na interseção de construção automatizada e IA. Essas revistas buscam artigos que combinam técnicas de automação e IA com aplicabilidade prática na construção, refletindo um crescimento da interdisciplinaridade. Revistas de alto impacto, como o *International Journal of Project Management*, também estão presentes, indicando a relevância de publicações sobre IA no gerenciamento de projetos na literatura.

A análise de termos semelhantes rastreia as mudanças nas palavras-chave e nos temas de pesquisa ao longo do tempo, revelando as tendências e a maturação de um campo. Isso permite identificar como certos temas surgiram e evoluíram para se tornar tópicos centrais ou se dispersaram em novas subáreas, conforme apresentado na Figura 12.

A evolução da temática de IA, conforme evidenciado anteriormente pelas citações feitas na literatura, fica em destaque na análise dos termos semelhantes. Inicialmente, entre 1983 e 1992, "inteligência artificial" dominava a pesquisa, em uma fase em que o campo estava ainda estabelecendo fundamentos teóricos. Na década seguinte (1994-2002), o foco se expande para "gerenciamento de projetos", indicando o início das integrações práticas das técnicas de IA para otimizar processos de gerenciamento em projetos. De 2004 a 2013, ocorre uma diversificação dos temas, com o surgimento de termos como "sistemas", "modelos", "design", "otimização" e "previsão". Essa diversificação reflete o aumento da popularidade e a busca por aplicações práticas e a maturação do campo, uma vez que novas metodologias e técnicas de IA foram desenvolvidas e adaptadas para diferentes contextos da gestão de projetos. Finalmente, de 2014 a 2023, temas como "sistemas de suporte à decisão" e "redes neurais" ganham destaque,

representando uma crescente de integração entre IA e gestão de projetos, com aplicações de *machine learning* e *deep learning*.

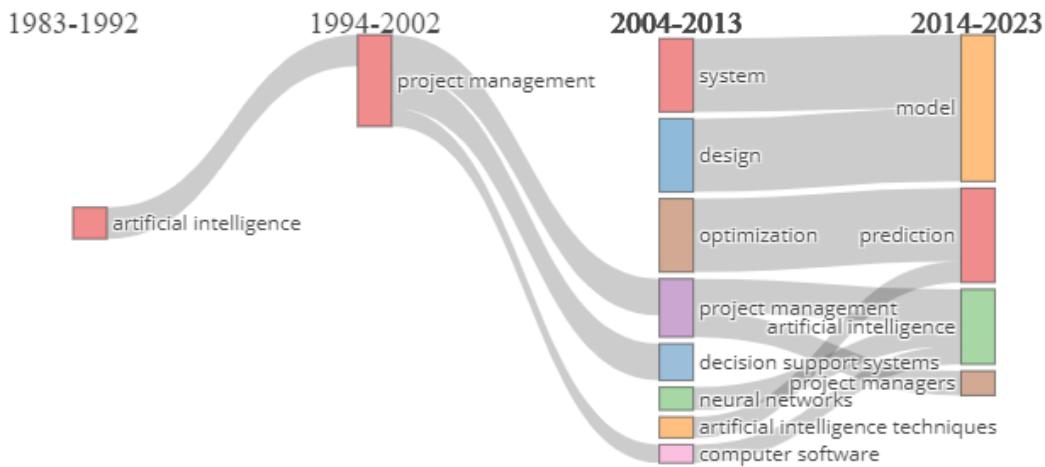


Figura 12 — Análise de termos semelhantes: evolução temática

Fonte: Autor.

A análise do mapeamento temático, apresentado na Figura 13, posiciona os temas em quadrantes de relevância e desenvolvimento, fornecendo uma visão da estrutura do campo e de suas áreas em expansão ou consolidação.

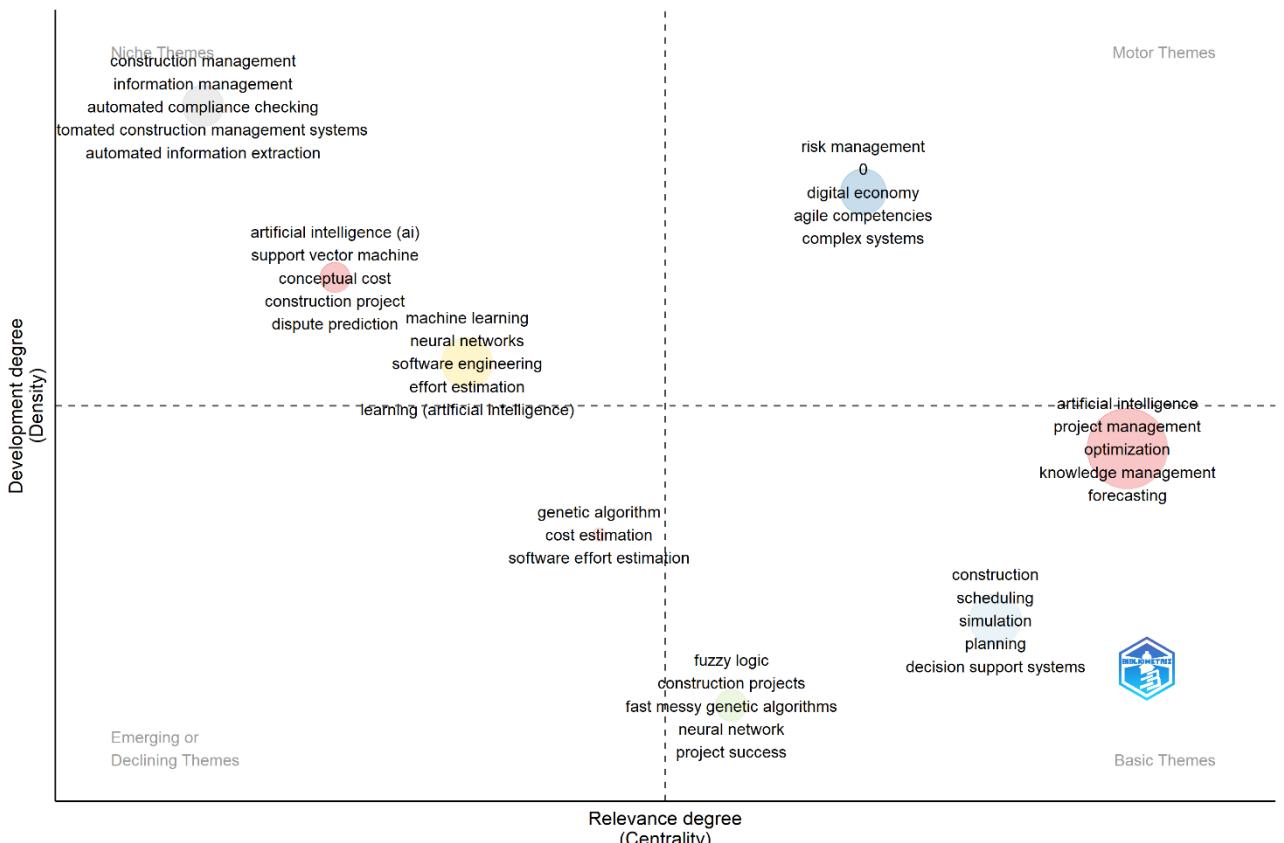


Figura 13 — Análise de termos semelhantes: mapeamento temático por agrupamento

Fonte: Autor.

No quadrante superior esquerdo estão os temas de nicho, que apresentam alta densidade e baixa centralidade, o que significa que são áreas muito desenvolvidas e especializadas, entretanto não são amplamente conectadas ao núcleo do campo de pesquisa. Nesse quadrante destaca-se: gestão da construção; gestão da informação; extração automatizada de informação. Esses temas correspondem a aplicações específicas, que possuem suas particularidades, o que indica que algumas técnicas podem ter aplicabilidade específica e não ser replicável para a gestão de projetos como um todo.

No quadrante inferior esquerdo, estão os temas emergentes ou em declínio, esses possuem baixa densidade e baixa centralidade, podendo representar áreas emergentes ou que ainda estão em fase inicial de desenvolvimento. Nesse quadrante destacam-se duas técnicas de IA que surgiram nas décadas passadas, o que pode indicar que estão perdendo relevância: algoritmos genéticos e lógica *fuzzy*. Por outro lado, há um destaque para áreas do gerenciamento de projetos que representam um interesse emergente da área: custos e sucesso em projetos.

No quadrante superior direito estão os temas motores, esses temas possuem alta densidade e alta centralidade, o que indica que são áreas centrais para o campo de estudo e estão em uma fase avançada de desenvolvimento, esses temas que impulsionam o crescimento de sinergia entre os campos sendo amplamente aplicados e sólidos. Destacam-se a área de gestão de riscos, competências ágeis e sistemas complexos. Isso sugere que aplicações de IA com grande interesse acadêmico estão voltadas para a gestão de riscos, sendo relevantes estudos que lidem com alta complexidade e metodologias ágeis.

O último quadrante a ser analisado é o quadrante inferior direito, que corresponde aos temas básicos, esses temas são fundamentais para o campo e ainda possuem oportunidades de serem explorados, são temas que exigem mais estudos para uma maturação e indicam oportunidade de expansão acadêmica. Nesse quadrante estão destacadas a IA, a gestão de projetos, cronograma e previsão. Isso indica que há oportunidades de estudos que interligam os temas de IA e gestão de projetos, também sendo importantes estudos que explorem as áreas da gestão de projetos de cronogramas e análise e previsão de desempenho.

6.3.2 Abordagem metodológica de cada artigo selecionado

Os 47 artigos pertencentes à amostra estudada foram classificados quanto a sua abordagem metodológica. Em sua maioria, foram encontrados estudos com a abordagem qualitativa. As respectivas frequências e referências estão exibidas na Tabela 9:

Abordagem metodológica	Quantidade	Referências
Qualitativa	20	Levitt & Kunz (1987), Arinze & Partovi (1992), Jüngen & Kowalczyk (1995), Al-Tabatabai (1997), Chevallier & Russell (1998), Al-Jibouri & Mawdesley (2002), Li et al. (2002), Orlowski & Kowalczuk (2006), Faghihi et al. (2015), Cabeças & da Silva (2020), Ong & Uddin (2020), Elmousalami (2021), Herremans (2021), Kumar et al. (2021), Niederman (2021), Singh & Garg (2021), de Oliveira et al. (2022), Holzmann et al. (2022), Nazarenko et al. (2022), Wachnik (2022)
Quantitativa	19	Ko & Cheng (2007), Cheng et al. (2009), Cheng et al. (2010), Cheng & Roy (2011), Pradhan & Akinci (2012), Wauters & Vanhoucke (2014), Shahtaheri et al. (2015), Wauters & Vanhoucke (2016), Wauters & Vanhoucke (2017), Buah et al. (2020), Li & Mo (2020), Yaseen et al. (2020), Choi et al. (2021), Fridgeirsson et al. (2021), Sai & Wenqi (2021), Zhou & Zou (2021), Bakhshi et al. (2022), Bang et al. (2022), Jang (2022)
Mista	8	Al-Tabatabai (1998), Badiru & Sieger (1998), Cheng et al. (2009), Xu & Lin (2016), Elmousalami (2020), Nimmo & Usher (2020), Karki & Hadikusumo (2021), Sheoraj & Sungkur (2022)

Tabela 9 — Abordagem metodológica dos artigos selecionados

Fonte: Autor.

Apesar da maioria dos artigos estar concentrado na abordagem metodológica qualitativa, foi observado que há um equilíbrio entre a abordagem qualitativa e quantitativa. Entretanto, há uma lacuna para desenvolvimento na área de pesquisas que adotem a abordagem mista. Segundo Creswell (2013), a abordagem mista, que utiliza dados qualitativos e quantitativos, está em expansão nas ciências humanas e sociais, auxiliando os pesquisadores com dados e análises complexas.

6.3.3 Área de aplicação

Com relação à classificação da área de aplicação dos 47 artigos pertencentes à amostra estudada, há um destaque para a aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos da construção civil. A aplicação na área de gestão de projetos e engenharia também se faz relevante pela quantidade de estudos que cresce desde 2015. Vide Tabela 10:

Área de aplicação	Frequência	Referências
Construção civil	21	Jüngen & Kowalczyk (1995), Al-Tabatabai (1997), Al-Tabatabai (1998), Chevallier & Russell (1998), Al-Jibouri & Mawdesley (2002), Li et al. (2002), Ko & Cheng (2007), Cheng et al. (2009), Cheng et al. (2009), Cheng et al. (2010), Cheng & Roy (2011), Pradhan & Akinci (2012), Faghihi et al. (2015), Shahtaheri et al. (2015), Yaseen et al. (2020), Choi et al. (2021), Elmousalami (2021), Karki & Hadikusumo (2021), Kumar et al. (2021), Bakhshi et al. (2022), Bang et al. (2022)
Gestão de projetos	10	Arinze & Partovi (1992), Badiru & Sieger (1998), Wauters & Vanhoucke (2014), Wauters & Vanhoucke (2016), Wauters & Vanhoucke (2017), Elmousalami (2020), Ong & Uddin (2020), Fridgeirsson et al. (2021), Niederman (2021), Holzmann et al. (2022)
Engenharia	8	Levitt & Kunz (1987), Orlowski & Kowalcuk (2006), Xu & Lin (2016), Li & Mo (2020), Sai & Wenqi (2021), Zhou & Zou (2021), de Oliveira et al. (2022), Sheoraj & Sungkur (2022)
Indústria 4.0	2	Cabeças & da Silva (2020), Wachnik (2022)

Tabela 10 — Área de aplicação dos artigos selecionados

Fonte: Autor.

A Tabela 10 traz um total de 41 artigos, os outros 6 selecionados se dividem em outras áreas de aplicação como: educação, energia, inovação, tecnologia, inteligência artificial e pesquisa e desenvolvimento (Buah, Linnanen, Wu e Kesse. (2020), Nimmo & Usher (2020), Herremans (2021), Singh & Garg (2021), Jang (2022), Nazarenko, Vishnevskiy, Meissner e Daim (2022)). Observamos que há uma tendência para a utilização de tecnologia para gerenciar

projetos em áreas de tecnologia, porém ainda há lacunas para gerenciar projetos com inteligência artificial na área da saúde, por exemplo.

6.3.4 Campos de pesquisa da Inteligência Artificial

Na amostra estudada foi possível identificar diversas técnicas de inteligência artificial, nas quais foram segmentadas para adotar a divisão entre os três campos de pesquisa evidenciados na Tabela 11. A soma das quantidades da Tabela 11 não totaliza 47 artigos porque foram evidenciados artigos que tratam de mais de um campo de pesquisa simultaneamente:

Campos de pesquisa da inteligência artificial	Frequência	Referências
Machine Learning e Deep Learning	25	Al-Tabatabai (1997), Al-Tabatabai (1998), Badiru & Sieger (1998), Li et al. (2002), Ko & Cheng (2007), Cheng et al. (2009), Cheng et al. (2009), Cheng et al. (2010), Cheng & Roy (2011), Pradhan & Akinci (2012), Wauters & Vanhoucke (2014), Shahtaheri et al. (2015), Wauters & Vanhoucke (2016), Wauters & Vanhoucke (2017), Buah e tal. (2020), Elmousalami (2020), Li & Mo (2020), Yaseen et al. (2020), Sai & Wenqi (2021), Singh & Garg (2021), Karki & Hadikusumo (2021), Choi et al. (2021), Bang et al. (2022), Nazarenko et al. (2022), Sheoraj & Sungkur (2022)
Lógica, probabilidade e visão geral	20	Levitt & Kunz (1987), Jüngen & Kowalczyk (1995), Orlowski & Kowalcuk (2006), Shahtaheri et al. (2015), Xu & Lin (2016), Buah e tal. (2020), Ong & Uddin (2020), Nimmo & Usher (2020), Cabeças & da Silva (2020), Herremans (2021), Fridgeirsson et al. (2021), Kumar et al. (2021), Elmousalami (2021), Niederman (2021), Zhou & Zou (2021), Wachnik (2022), Jang (2022), Bakhshi et al. (2022), de Oliveira et al. (2022), Holzmann et al. (2022)
Sistemas especialistas	6	Arinze & Partovi (1992), Al-Tabatabai (1997), Al-Tabatabai (1998), Chevallier

& Russell (1998), Al-Jibouri &
Mawdesley (2002), Faghihi et al. (2015)

Tabela 11 — Campos de pesquisa da inteligência artificial dos artigos selecionados

Fonte: Autor.

A Tabela 11 traz três campos de pesquisa da inteligência artificial: *machine learning* e *deep learning*; lógica, probabilidade e visão geral; sistemas especialistas. Os artigos que estão no campo de pesquisa mais evidenciado (*machine learning* e *deep learning*) compõe diferentes técnicas de inteligência artificial como algoritmos de busca, redes neurais artificiais, processamento de linguagem natural, entre outros. O campo de pesquisa “lógica, probabilidade e visão geral” engloba os artigos que apresentam estudos sobre lógica fuzzy, redes bayesianas, entre outros artigos que trazem a inteligência artificial como centro de estudo geral, sem especificar um algoritmo ou técnica. Por fim, o campo de pesquisa de sistemas especialistas aparece apenas 6 vezes nos 47 artigos selecionados, sendo sua maioria estudos realizados há mais de 20 anos, o que sugere uma tendência de estudos voltados à *machine learning* e conceitos gerais de inteligência artificial.

6.3.5 Aplicação da Inteligência Artificial na Gestão de projetos

Na amostra estudada foi possível identificar a aplicação da inteligência artificial na gestão de projetos com maior frequência nos processos de gerenciamento de projetos de forma geral. Entretanto, existem aplicações em processos específicos tais como cronograma, gestão de valor agregado e de riscos, custo, bem como na visão de sucesso em projeto, entre outros pilares estudados na gestão de projetos. A Tabela 12 evidencia a frequência de cada tópico da gestão de projetos em que a academia explora a aplicação da inteligência artificial.

Aplicação da inteligência artificial na Gestão de projetos	Frequência	Referências
Processos de gerenciamento de projetos	13	Levitt & Kunz (1987), Jüngen & Kowalczyk (1995), Al-Jibouri & Mawdesley (2002), Orlowski & Kowalczyk (2006), Pradhan & Akinci (2012), Xu & Lin (2016), Ong & Uddin (2020), Cabeças & da Silva (2020), Nimmo & Usher (2020), Fridgeirsson et al. (2021), Niederman (2021), Zhou & Zou (2021), Holzmann et al. (2022), Wachnik (2022)
Cronograma	6	Arinze & Partovi (1992), Jüngen & Kowalczyk (1995), Chevallier & Russell (1998), Faghihi et

		al. (2015), Sai & Wenqi (2021), Sheoraj & Sungkur (2022)
Gestão de valor agregado	5	Cheng et al. (2010), Wauters & Vanhoucke (2014), Wauters & Vanhoucke (2016), Wauters & Vanhoucke (2017), Bakhshi et al. (2022)
Avaliação e previsão de desempenho	5	Al-Tabtabai (1997), Al-Tabtabai (1998), Shahtaheri et al. (2015), Jang (2022), de Oliveira et al. (2022)
Custo	5	Cheng et al. (2009a), Cheng et al. (2009b), Cheng & Roy (2011), Elmousalam (2020), Elmousalam (2021)
Gestão de riscos	5	Badiru & Sieger (1998), Li & Mo (2020), Yaseen et al. (2020), Singh & Garg (2021), Choi et al. (2021)
Sucesso do projeto	3	Ko & Cheng (2007), Kumar et al. (2021), Bang et al. (2022)

Tabela 12 — Aplicação da Inteligência Artificial na Gestão de projetos dos artigos selecionados

Fonte: Autor.

6.3.6 Discussão dos resultados

Foram classificados como processos de gerenciamento de projetos os artigos que trataram sobre a aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de projetos de uma forma geral. Em sua pesquisa, Nimmo e Usher (2020) concluíram que o campo do gerenciamento de projetos verá a inteligência artificial impactar de forma significativa as tarefas e processos baseados em *soft* e *hard skills* nos próximos cinco anos. O estudo de Holzmann et al. (2022) identificou funções de gerenciamento de projetos que podem ser apoiadas pela inteligência artificial, sendo elas: criação de um cronograma do projeto, criação de uma lista de tarefas, criação de um orçamento do projeto, atualização do progresso do projeto e cronograma, identificação da fluência e desvios do escopo, produção de um mapa de risco dinâmico, extração de entregas, priorização das tarefas e alocação dos membros da equipe.

No mesmo contexto, a pesquisa de Fridgeirsson, Ingason, Jonasson e Jonsdottir (2021) apontaram que o gerenciamento de custos, cronograma e riscos do projeto são as áreas de conhecimento em que a inteligência artificial tem o maior efeito. Além disso, os autores defendem que a inteligência artificial também impacta na criação da estrutura analítica do projeto, no planejamento do gerenciamento de compras e no monitoramento e controle do projeto. Wachnik (2022) identifica seis formas de desenvolvimento de inteligência artificial no gerenciamento de projetos: automação simples de atividades de rotina, assistência,

identificação de anomalias, previsão dos fenômenos onde ocorrem anomalias, conclusão dos fenômenos afetados por anomalias, e inteligência e gerenciamento autônomo de projetos.

Os prazos do projeto são um dos fatores mais críticos para que seja alcançado o sucesso do mesmo, uma vez que perder um prazo pode levar a consequências prejudiciais (Sheoraj & Sungkur, 2022). Nesse contexto, seis artigos da amostra considerada abordaram o cronograma como uma das atividades do gerenciamento de projetos em que a inteligência artificial pode ser aplicada. Como possíveis aplicações, o estudo de Sheoraj & Sungkur (2022) sugere que os sistemas de inteligência artificial podem ser utilizados para lidar com tarefas como agendamento, envio de lembretes a funcionários ou clientes e acompanhamento de tarefas. Os autores ainda demonstram que os *bots* de inteligência artificial podem ser usados para enviar notificações para lembrar as pessoas de acompanhar as tarefas quando um prazo se aproxima. Uma última aplicação recomendada pelos autores é a de análise preditiva, em que a inteligência artificial acompanha as tarefas e faz previsões sobre o caminho do projeto, como por exemplo identificando conflitos de agendamento e fornecendo sugestões de datas alternativas. Arinze & Partovi (1992) propuseram um sistema baseado em conhecimento que permite ao planejador do projeto explorar as consequências de alterações nas atividades individuais do projeto, fornecendo informações sobre as sensibilidades e riscos do projeto, de forma a modelar vários cenários.

Faghihi, Nejat e Reinschmidt (2015), em sua revisão sistemática de literatura, concluíram que vários métodos diferentes têm sido usados por pesquisadores para otimizar a programação de projetos no setor de construção civil, impulsionados pela introdução do *BIM - Building Information Modeling* que permitiu um novo aspecto de integração de informações e dados do projeto. Também na indústria da construção, Jungen & Kowalczyk (1995) desenvolveram um programador interativo de projetos que foi avaliado positivamente por especialistas, cuja principal função é apoiar o processo de elaboração de cronogramas.

A gestão de valor agregado, da sigla *EVM (Earned Value Management)*, é uma metodologia utilizada para monitorar o progresso do projeto (Wauters & Vanhoucke, 2016). Ela foi abordada como aspecto do gerenciamento de projetos com possibilidade de aplicação da inteligência artificial por cinco artigos da amostra. O modelo proposto por Cheng, Peng, Wu e Chen (2010) identifica fatores significativos de influência no custo do projeto e realiza previsões coletando e organizando regras baseadas na experiência de casos históricos, possibilitando que os gerentes controlem os custos do projeto em tempo real. Os estudos de Bakhshi, Moradinia, Jani e Poor (2022) e Wauters & Vanhoucke (2014) defendem que os

algoritmos de *machine learning* proporcionaram maior precisão para prever possíveis atrasos no tempo e custo do projeto, quando comparados a métodos tradicionais de *EVM*.

Também abordada por cinco artigos da amostra, a avaliação e previsão de desempenho são outros aspectos do gerenciamento de projetos com a possibilidade de aplicação da inteligência artificial. Al-Tabtabai (1997, 1998) desenvolveu um *framework* para utilizar em projetos de construção civil, com aplicações de sistemas especialistas para realizar a parte de avaliação de desempenho e de redes neurais para a parte de previsão de desempenho. Para a etapa de avaliação de desempenho, de Oliveira et. al. (2022) utilizam a técnica de inteligência artificial de redes bayesianas para representação de conhecimento. Jang (2022), por sua vez, utiliza de algoritmos de *machine learning* para construir o seu modelo da etapa de previsão de desempenho.

Estimativas de custo são fundamentais para o gerenciamento de projetos e planejamento (Cheng, Tsai e Liu, 2009b). Técnicas de inteligência artificial como redes neurais (*deep learning*), lógica fuzzy, algoritmos genéticos e algoritmos de agrupamento (*machine learning*) podem ser aplicadas para estimar custos e controlar o fluxo de caixa (Cheng, et al. 2009a, 2009b). Elmousalami (2021) realizou uma comparação com vinte algoritmos de *machine learning* para estimar custos de projetos e obteve resultados de confiança para algoritmos baseados em métodos de combinação, análises de regressões múltiplas e redes neurais artificiais.

Na amostra de artigos extraída da academia, a inteligência artificial também está aplicada na gestão de riscos. A demanda por projetos com aplicação de inteligência artificial na quarta revolução industrial tem crescido, dada a quantidade de dados gerados para análise em cada etapa do projeto (Choi, Lee e Kim, 2021). Li & Mo (2020) utilizam a inteligência artificial para calcular o peso atribuído para os indicadores de risco no domínio de gestão de conhecimento. Técnicas de *machine learning* e redes neurais são aplicáveis na gestão de riscos (Badiru & Sieger, 1998).

O último pilar do gerenciamento de projetos abordado na Tabela 12 é o sucesso do projeto. Para alcançar o sucesso do projeto técnicas de inteligência artificial como algoritmos genéticos (*machine learning*), lógica fuzzy e redes neurais foram aplicadas por Ko & Cheng (2007). Bang et al. (2022) encontram os fatores críticos de sucesso com a utilização de *machine learning*, enquanto Kumar et al. (2021) estudam a própria inteligência artificial como um fator crítico de sucesso; ambos sugerindo resultados positivos da integração entre inteligência artificial e sucesso do projeto.

Na amostra estudada também foram identificados outros tópicos de estudo do gerenciamento de projetos com aplicação de inteligência artificial, são eles: competências do gerente de projetos; conhecimento; gestão de stakeholders; roadmap do projeto. Devido aos resultados estarem em menor frequência, não serão abordados os detalhes nessa revisão sistemática da literatura. Entretanto, as técnicas de inteligência artificial como *machine learning*, *deep learning* e lógica fuzzy freqüência nas aplicações em gerenciamento de projetos, independente do pilar de estudo da gestão.

As aplicações de técnicas de inteligência artificial no gerenciamento de projetos trouxeram também contribuições para a prática.

6.4 CONTRIBUIÇÕES TECNOLÓGICAS PARA A PRÁTICA

As contribuições tecnológicas para a prática estão na consolidação das técnicas de inteligência artificial que podem ser utilizadas no gerenciamento de projetos, e definição da área de aplicação de tais técnicas. Além disso, traz subsídio aos praticantes do campo de projetos, de modo a identificar as atividades de gerenciamento que podem ser facilitadas com o uso de técnicas de inteligência artificial.

A Tabela 13 abaixo agrupa as técnicas de inteligência artificial citadas anteriormente e consolida com melhores resultados encontrados na literatura. Por consequência, mais recomendadas para aplicação prática em cada área de estudo do gerenciamento de projetos:

Área do Gerenciamento de Projetos	Técnica de inteligência artificial
Cronograma	<i>Machine learning</i> (algoritmos genéticos) e <i>deep learning</i> (redes neurais)
Gestão de valor agregado	<i>Machine learning</i>
Avaliação e previsão de desempenho	<i>Machine learning</i> e <i>deep learning</i> (redes neurais), lógica fuzzy (redes bayesianas)
Custos	<i>Machine learning</i> (algoritmos genéticos, métodos de combinação e análise de regressões múltiplas) e <i>deep learning</i> (redes neurais), lógica fuzzy
Gestão de riscos	<i>Machine learning</i> e <i>deep learning</i> (redes neurais)
Sucesso de projetos	<i>Machine learning</i> e <i>deep learning</i> , lógica fuzzy

Tabela 13 — Aplicações práticas da Inteligência Artificial

Fonte: Autor.

Para aplicação prática, os algoritmos de *machine learning* e *deep learning* se mostram como coringa para aplicações no gerenciamento de projetos, com o intuito de automatizar tarefas preditivas e repetitivas para otimizar o tempo do gestor de projetos.

6.5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível concluir por meio desta pesquisa que *machine learning* e *deep learning* são as principais contribuições da inteligência artificial na gestão de projetos. Trata-se de possíveis aplicações nos principais pilares apresentados — cronograma, gestão de valor agregado, avaliação e previsão de desempenho, gestão de riscos e sucesso de projetos.

Esta pesquisa teve o objetivo de verificar as contribuições que a inteligência artificial traz para o gerenciamento de projetos. Para isso, foram realizados um estudo bibliométrico e uma revisão sistemática da literatura. A bibliometria teve a finalidade de revelar a estrutura e dinâmica do campo de pesquisa na literatura, enquanto a revisão sistemática da literatura visou o mapear e analisar o campo intelectual existente sobre o tema de pesquisa.

Dentre as pesquisas mais citadas na literatura, as que convergem com o objetivo de estudo desse artigo e estão entre os 10 mais citados são: Cheng, Peng, Wu e Chen (2010); Cheng & Roy (2011); Wauters e Vanhoucke (2014), sendo que os autores se citam ao longo do tempo. Artigos clássicos como o de Zadeh (1965), introduzindo a lógica *fuzzy* segue sendo citado, demonstrando a constante evolução da IA é fundamentada pelos seus conceitos básicos, sendo que novas técnicas se derivam a partir das antigas com a evolução da tecnologia.

No que diz respeito as técnicas de IA, os achados da bibliometria e da RSL são convergentes, foi revelado que as principais tendências estão na utilização técnicas de inteligência artificial como *machine learning* e *deep learning*, enquanto técnicas de décadas passadas servem apenas como fundamentação teórica, com declínio em aplicações práticas. Também se evidenciou convergência entre o estudo bibliométrico e a revisão da literatura na estrutura do campo de pesquisa que foca nas áreas de interesse de aplicação da IA na gestão de projetos, são elas: gestão de valor agregado; avaliação e previsão de desempenho; custos; gestão de riscos; e sucesso do projeto.

Em termos acadêmicos, este estudo contribui para aumentar as sinergias entre os campos da inteligência artificial e de gerenciamento de projetos, de modo a expandir as lentes conceituais de pesquisadores desses campos. Além disso, aprofunda o entendimento sobre a forma que a inteligência artificial é aplicada no gerenciamento de projetos. Contribui também para enriquecer as pesquisas de: Faghihi, Nejat e Reinschmidt (2015), incrementando a revisão da literatura na área de cronograma em construção civil e ampliando para o domínio da gestão de projetos; Niderman (2021) e Ong & Uddin (2020), trazendo um panorama das aplicações

que estão acontecendo com inteligência artificial na área do gerenciamento de projetos dentre os cinco anos posteriores a suas respectivas publicações.

Três limitações podem ser consideradas nesta pesquisa. A primeira refere-se à *string* de busca, em que podem não terem sido consideradas palavras-chave em termos de sinônimos, que trariam pesquisas relevantes ao assunto pesquisado. A segunda possível limitação está na quantidade de bases de artigos pesquisadas, considerando que outros artigos considerados relevantes poderiam ter sido encontrados. A terceira está na busca por tipos de documentos que fossem somente artigos, tendo em vista que se revelou na bibliometria e RSL que a intersecção da IA com a gestão de projetos segue sendo um campo com espaço para expansão de pesquisas, a inclusão de outros tipos de documento pode enriquecer a discussão.

Pesquisas futuras poderiam explorar a abordagem metodológica mista, que na amostra estudada aparece em menor quantidade. Também é sugerido que pesquisadores dos campos de engenharia e indústria 4.0 explorem a aplicação da inteligência artificial no gerenciamento de seus projetos para seguir tendências e alcançar resultados já consolidados em projetos de construção civil. Além de que, considerando que a inteligência artificial traz benefícios de redução de erros humanos, redução de custos, aumento da qualidade dos projetos, dentre outros, a aplicação da inteligência artificial pode ser explorada em outros campos do gerenciamento de projetos e, inclusive, em outras áreas não identificadas por esta pesquisa.

7 ESTUDO 2: FATORES CONDICIONANTES PARA ADOÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Resumo

Objetivo: O objetivo deste artigo foi explorar os fatores que condicionam a adoção de inteligência artificial (IA) no gerenciamento de projetos.

Desenho/metodologia/abordagem: A abordagem metodológica foi desenvolvida em dois passos: primeiro foi feito um ensaio teórico sobre a análise da literatura de fatores críticos de sucesso, visando adotá-los na temática da inteligência artificial na gestão de projetos; em seguida foi realizada uma validação dos fatores críticos de sucesso adotados por meio de entrevistas com especialistas.

Descobertas: As descobertas principais do estudo indicam que a adoção bem-sucedida de IA no gerenciamento de projetos envolve aspectos tecnológicos, organizacionais e humanos. Os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) identificados destacam a complexidade da implementação da IA em ambientes de projetos.

Implicações práticas: As implicações práticas deste estudo são para gestores de projeto, líderes e equipes de projeto que buscam integrar IA em suas práticas. Os fatores identificados oferecem um guia para o planejamento estratégico e a implementação da IA, sugerindo a necessidade de focar em capacitação e desenvolvimento de competências técnicas; investimento em infraestrutura tecnológica; a criação de uma cultura que apoia a inovação e a adaptação; e suporte executivo.

Originalidade/valor: Este estudo contribui para a literatura existente ao fornecer uma análise detalhada dos FCS para a adoção de IA no gerenciamento de projetos. Este trabalho oferece insights sobre como as organizações podem superar os desafios associados à integração de IA no gerenciamento de projetos.

Tipo de artigo: Ensaio teórico e Fatores críticos de sucesso

Palavras-chave: fatores críticos de sucesso, gerenciamento de projetos, inteligência artificial.

7.1 INTRODUÇÃO E CONTEXTO

A implementação da inteligência artificial (IA) no gerenciamento de projetos promove uma revolução nas práticas e estratégias organizacionais, oferece novas oportunidades para aprimorar a tomada de decisões e a previsão de riscos em projetos de diversos setores (Ong & Uddin, 2020). Essa tecnologia, através de suas capacidades de aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural, possibilita a automação de tarefas rotineiras e a análise de dados (Russell & Norvig, 2021), contribuindo para a gestão estratégica e operacional dos projetos.

As contribuições da IA no âmbito do gerenciamento de projetos são destacadas especialmente nas áreas identificadas por Saturno e Rabechini Jr. (2024): cronograma; custo; avaliação e previsão de desempenho; gestão de valor agregado; gestão de riscos; sucesso de projetos. A IA permite a elaboração de estimativas relacionadas ao tempo e ao custo envolvidos nos projetos (Cheng, Tsai & Liu, 2009a, 2009b; de Oliveira et al., 2022; Jang, 2022; Ong e Uddin, 2020). No monitoramento dos projetos, algoritmos de IA demonstram eficácia ao antecipar possíveis atrasos e despesas adicionais nas fases de desenvolvimento (Bakhshi et al., 2022; Wauters & Vanhoucke, 2014, 2016). Ademais, a tecnologia contribui para o sucesso dos projetos, ajudando na identificação de elementos considerados base para o sucesso (Bang et al., 2022; Ko & Cheng, 2007), além de auxiliar na gestão de riscos (Alkaissy et al., 2023; Singh & Garg, 2021).

A interação entre a gestão de projetos e a IA contribuiu para o surgimento de novas aplicações, tais como a automação de processos para mitigação de riscos, o suporte ao monitoramento da evolução das atividades e a identificação de anomalias entre diferentes projetos (Ong & Uddin, 2020). Estas inovações e o progresso contínuo da tecnologia favorecem o surgimento de oportunidades de aplicações que se alinharam aos objetivos estratégicos das organizações (Laanti & Kangas, 2015). Elmousalam (2021) destaca que a IA atinge esses objetivos por meio de ferramentas precisas e confiáveis, que, ao serem integradas ao processo decisório, minimizam também os erros decorrentes de avaliações humanas tendenciosas.

Entretanto, na literatura acadêmica é apontada a necessidade de investigar mais a fundo a aplicação da IA no gerenciamento de projetos (Alkaissy et al, 2023; Cabeças & da Silva, 2020; Taboada et al., 2023; Tominc, Oreski & Rozmanm, 2023). Diferentes trabalhos sugerem que há oportunidades de pesquisas nesse campo: IA para gestão de riscos; tomada de decisão; formação e capacitação em IA para gerenciar projetos; explorar e aprofundar a IA em projetos;

impacto da IA no sucesso do projeto (Hassanien et al., 2018; Holzmann, Zitter & Peshkess, 2022; Taboada et al., 2023).

A opção pela lente teórica para aprofundar nessa investigação se fundamentou na construção de um referencial baseado nos fatores críticos de sucesso (FCS) apresentada por Rockart (1979). Os FCS consideram a necessidade de identificar e concentrar esforços em áreas importantes para o sucesso organizacional. Para Rockart (1979), a principal contribuição dos FCS é orientar gestores e líderes de projeto a concentrar seus esforços, recursos e atenção nas áreas mais impactantes para o sucesso de seus objetivos. Esta abordagem, portanto, tem sinergia no contexto da IA, onde a identificação e o foco em determinados fatores podem influenciar o êxito de sua implementação.

Os FCS variam entre empresas e ao longo do tempo, sugerindo uma abordagem personalizada para a identificação e gestão desses fatores (Rockart, 1979). Daniel (1961) enfatizou que as áreas-chave de resultado (KRAs – Key Result Areas) são determinadas tanto pelo ambiente externo quanto pelas condições internas da empresa, portanto o autor sugere o gerenciamento desses fatores para o sucesso organizacional. O conceito de FCS foi expandido por Boyd, Gupta & Sussman (1996), argumentando que os FCS devem ser alinhados com as estratégias organizacionais e adaptados à medida que essas estratégias evoluem. Eles também destacaram a importância da flexibilidade e da capacidade de adaptação das organizações ao lidar com mudanças no ambiente de negócios. Essa perspectiva é relevante para entender como as organizações podem adotar e integrar tecnologias como a IA em suas operações e estratégias de gerenciamento de projetos.

A importância da competência técnica e do treinamento em IA é ressaltada por Tzafestas (2018), que indica a necessidade de habilidades específicas para gerenciar sistemas de IA. Kerzner (2017) discute a evolução do gerenciamento de projetos, onde é destacada a utilização de abordagens inovadoras em resposta a novas tecnologias. Da mesma forma, Davenport e Ronanki (2018) exploram a aplicação prática da IA em negócios, enfatizando a importância de uma estratégia de IA bem articulada.

Além disso, a adoção de IA no gerenciamento de projetos exige considerações éticas e de governança de dados, conforme discutido por Mittelstadt et al. (2016) e Kiron et al. (2020). Estes estudos ressaltam a importância de abordagens responsáveis e transparentes no uso de dados e algoritmos de IA. Em termos de governança e alinhamento estratégico de projetos, Joslin e Müller (2015) e Serrador e Pinto (2015) destacam a relevância da maturidade organizacional e da cultura de inovação. A maturidade organizacional, segundo este ponto de vista, é considerada um pilar para adaptação e integração de novas tecnologias.

Na literatura acadêmica também é sugerida a importância de fatores como liderança e visão estratégica para o sucesso da implementação de IA. Bughin, Chui e Manyika (2017) destacam a necessidade de liderança efetiva para guiar a transformação digital, enquanto McAfee e Brynjolfsson (2017) abordam a importância de uma visão estratégica em ambientes tecnologicamente avançados. Por fim, o papel da colaboração e da comunicação eficaz em projetos que incorporam IA é explorado por Agnihotri e Bhattacharya (2019), que apontam a exigência de uma comunicação clara e colaboração entre equipes multidisciplinares para o sucesso da implementação de IA.

Levando-se em conta que na literatura existem diferentes fatores que são citados como importantes para implementação de tecnologias como a IA, o objetivo deste artigo foi explorar os fatores que condicionam a adoção de inteligência artificial no gerenciamento de projetos.

A estratégia do desenho desta pesquisa compõe-se nas etapas de: identificação; validação e avaliação dos FCS. Para isso, primeiramente foram identificados na literatura acadêmica quais são os FCS que condicionam a adoção de IA no gerenciamento de projetos. Em seguida esses FCS foram validados com especialistas das áreas, avaliando os fatores um frente aos outros, para verificar a possibilidade de uso desses fatores.

A alternativa metodológica adotada para explorar os fatores que condicionam a adoção da inteligência artificial no gerenciamento de projetos foi desenvolvida em dois passos: primeiro foi feito um ensaio teórico sobre os fatores críticos de sucesso, para listar quais fatores condicionam a adoção da inteligência artificial na gestão de projetos; em seguida foram realizadas entrevistas com especialistas das áreas, para validar a importância e relevância dos fatores críticos identificados na literatura para a aplicação prática da IA no gerenciamento de projetos. Os principais achados da pesquisa revelaram que a adoção bem-sucedida de IA no gerenciamento de projetos envolve tanto aspectos tecnológicos quanto organizacionais e humanos. Os FCS identificados destacam a complexidade da implementação da IA em ambientes de projetos. Com isso, obteve-se direcionamento para gestores de projeto, líderes organizacionais e equipes de projeto que buscam integrar IA em suas práticas.

Este estudo contribui para a literatura existente de gestão de projetos ao fornecer uma análise detalhada dos FCS para a adoção de IA. Além disso, ao destacar os FCS com uma abordagem holística, este estudo fornece uma contribuição original para a literatura que integra gerenciamento de projetos e adoção de tecnologias como IA, oferecendo direções claras para futuras pesquisas.

Em termos práticos, os fatores identificados oferecem um guia para o planejamento estratégico e a implementação eficaz da IA sugerindo a necessidade de focar em: capacitação e

desenvolvimento de competências técnicas; investimento em infraestrutura tecnológica; a criação de uma cultura que apoia a inovação e a adaptação; e suporte executivo.

A estrutura deste artigo, após esta introdução, evidenciará a metodologia adotada para essa pesquisa. Em seguida serão analisados e discutidos os resultados. Por fim, serão apresentadas as conclusões deste trabalho, tais quais sugestões de pesquisas futuras.

7.2 METODOLOGIA

Visando entender como explorar os fatores que condicionam a adoção da inteligência artificial no gerenciamento de projetos, foi adotada uma abordagem metodológica híbrida, dividida em dois passos: primeiro foi feito um ensaio teórico sobre os fatores críticos de sucesso, para listar quais fatores condicionam a adoção da inteligência artificial na gestão de projetos; em seguida foram realizadas entrevistas com especialistas das áreas, para validar importância e relevância dos fatores críticos identificados na literatura para a aplicação prática da inteligência artificial no gerenciamento de projetos.

A Figura 14 representa como é o desenho dessa pesquisa. A seção 7.2.1 apresenta a metodologia adotada para o ensaio teórico e a seção 7.2.2 apresenta a metodologia adotada para as entrevistas.

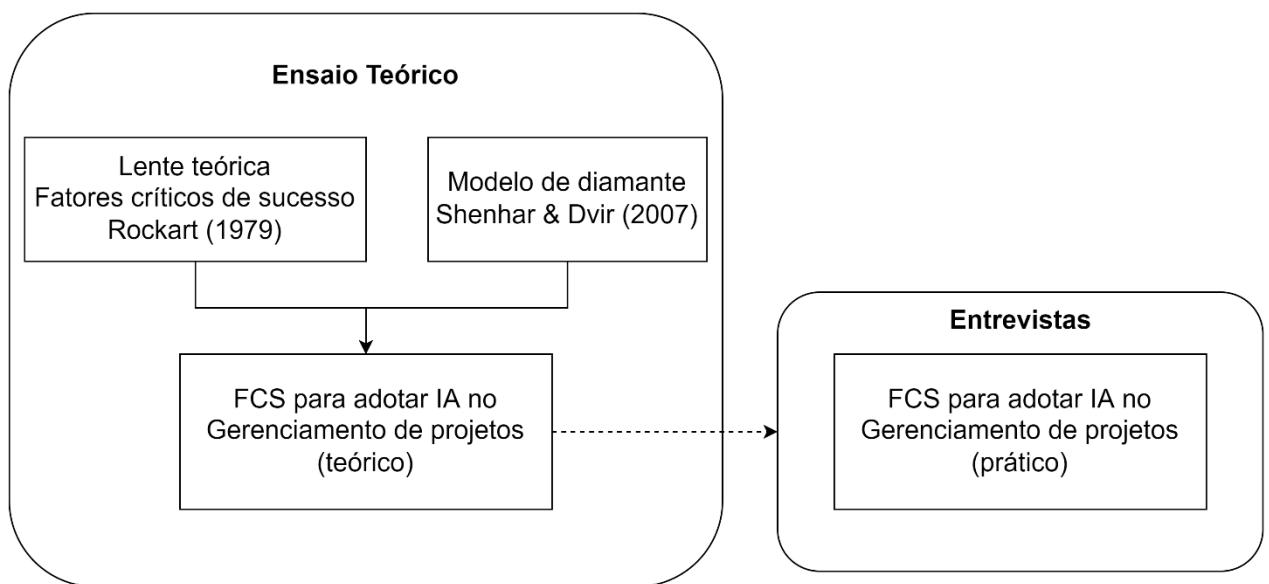


Figura 14 — Desenho da pesquisa

Fonte: Autor.

7.2.1 Ensaio Teórico

No primeiro passo desse artigo, foi elaborado um ensaio teórico. Este tipo de ensaio distingue-se por sua natureza exploratória e analítica, que busca aprofundar-se no entendimento de fenômenos complexos, com base em uma narrativa reflexiva e crítica (Cresswell, 2014).

O conteúdo esperado de um ensaio teórico inclui uma discussão conceitual, análise crítica de teorias existentes, e, frequentemente, a proposição de novas interpretações ou teorias. Isso significa que o ensaio deve transcender a compilação de conhecimentos existentes, avançando para uma exploração que desafie, expanda ou refine o entendimento atual sobre o tema (Creswell, 2013). Yin (2018) complementa essa visão destacando a importância de uma abordagem sistemática na seleção e análise de estudos anteriores para fundamentar a discussão teórica.

Os ensaios teóricos podem ser categorizados de várias maneiras, dependendo do foco e da abordagem adotada. Alguns podem concentrar-se na análise comparativa de teorias, enquanto outros podem ser dedicados à exploração aprofundada de uma única teoria ou conceito (Creswell, 2013). Yin (2018) sugere uma classificação baseada na natureza da teoria explorada, como ensaios relacionadas a temas específicos ou ensaios que buscam uma aplicabilidade mais ampla e geral. Conforme enfatizado por Creswell (2013), a importância da pesquisa qualitativa reside em sua capacidade de explorar as experiências humanas, permitindo uma compreensão mais rica do fenômeno estudado. Este ensaio, portanto, adota uma abordagem qualitativa, focando na interpretação de teorias e na construção de um argumento baseado na compreensão aprofundada do tema.

As premissas para a elaboração de um ensaio teórico, especialmente neste contexto, partem de uma revisão da literatura. Isso implica uma abordagem metodológica rigorosa na seleção e análise de literatura, conforme detalhado por Creswell (2013). Através desta abordagem, busca-se destacar a "flexibilidade sistemática" (Creswell, 2013) na análise e interpretação dos dados. Yin (2018) ressalta a importância da análise de casos para identificar padrões subjacentes, destacando a utilização de diferentes fontes para guiar a coleta e análise dos dados. A premissa é que sejam estabelecidos os conceitos para fundamentar a argumentação teórica, garantindo que o ensaio esteja ancorado em evidências acadêmicas.

O núcleo de um bom ensaio teórico é o argumento bem fundamentado (Booth, Colomb & Williams, 2016). Segundo os mesmos autores, a clareza e o foco, para guiar a direção do argumento, são mantidos através da definição da questão de pesquisa. Portanto, quais fatores condicionam a adoção da inteligência artificial no gerenciamento de projetos?

A adoção da IA na gestão de projetos representa uma evolução na busca por eficiência e eficácia em organizações. É uma área de interesse crescente, que desafia os métodos tradicionais e promove inovações. Este ensaio examina os FCS para a adoção de IA em gestão de projetos, utilizando um marco teórico e conclusões baseadas na literatura.

O marco teórico no qual esse ensaio se embasa foi com Rockart (1979), onde é definido FCS como áreas-chave em que resultados satisfatórios garantirão desempenho competitivo para a organização. Rockart (1979) fornece uma base sólida para entender os FCS como variáveis estratégicas que influenciam o sucesso de projetos de tecnologia. A aplicação desse modelo ao contexto da IA e de tecnologias disruptivas permite identificar quais fatores são mais impactantes na adoção dessas tecnologias no gerenciamento de projetos. Shenhar e Dvir (2007), por sua vez, oferecem um modelo multidimensional que considera aspectos como eficiência, impacto no cliente, impacto nos negócios e preparação para o futuro. Essa abordagem é útil para analisar como os FCS identificados influenciam não apenas a implementação bem-sucedida da IA e das tecnologias disruptivas, mas também o impacto a longo prazo dessas tecnologias nos projetos e na organização como um todo.

Combinando essas duas perspectivas teóricas, é possível desenvolver uma compreensão abrangente dos FCS, considerando tanto os fatores estratégicos quanto os impactos multidimensionais no gerenciamento de projetos. No contexto de FCS para adoção da IA na gestão de projetos, existe uma lacuna na literatura. Com o intuito de contribuir para preencher essa lacuna, a análise realizada expandiu-se em duas diferentes perspectivas: FCS para adoção de IA e FCS para adoção de tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos.

Na coleta de dados foram adotadas as bases de dados *Web of Science* e *Scopus*. Para encontrar os artigos nas bases de dados, seguindo a lente teórica de Rockart (1979), foram filtrados os artigos que citam esse autor. Na *Web of Science* são 1106 artigos que seguem essa lente teórica, enquanto na *Scopus* são 1828 artigos. Em cima dessas bases, foi utilizada uma combinação de palavras-chave relacionando as duas perspectivas diferentes dessa pesquisa. A string de busca adotada foi: ("critical success factor*" AND "artificial intelligence") OR ("critical success factor*" AND "project manag*" AND "technolog*").

Na *Web of Science* e *Scopus* foram pesquisados artigos que contivessem as palavras-chave de interesse no resumo, título e palavras-chave. Não foram definidas limitações de idioma, período ou localidade, somente lente teórica e, como resultado da pesquisa, foram encontrados 538 artigos, divididos entre 30 na base *Web of Science* e 508 na base *Scopus*. Todos os artigos da *Web of Science* se encontravam na base *Scopus*, portanto com a remoção dos artigos duplicados totalizou 508 artigos sobre o tema de interesse com a lente teórica de Rockart (1979).

Após a leitura dos resumos dos artigos, foram selecionados 377 artigos que se aproximam dos temas de interesse dessa pesquisa, seguindo a lente teórica adotada e as perspectivas de: FCS para adoção de IA independentemente da área e; FCS para adoção de

tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos. Os outros artigos não apresentaram palavras-chave ou resumos que se encaixavam nessas perspectivas. A seção 7.3 detalhará os resultados do ensaio teórico deste artigo com base nos 377 artigos analisados.

Posteriormente, foi feita a identificação de FCS específicos para a adoção de IA no gerenciamento de projetos. Conforme Rockart (1979), a identificação de FCS deve ser contextual e específica para cada organização. Neste contexto, o foco é entender como a IA pode ser integrada efetivamente no gerenciamento de projetos.

A metodologia se baseia na investigação da literatura para identificar quais FCS para adoção de IA em outras áreas, e quais FCS para adoção de tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos. Esta etapa inclui a identificação de barreiras e oportunidades, a necessidade de treinamento em IA para a equipe de projeto, e a integração da IA com as práticas e ferramentas de gerenciamento de projetos existentes. As informações coletadas são então analisadas para desenvolver um plano de ação detalhado, delineando como cada FCS será abordado.

Para avaliar a adoção de IA no gerenciamento de projetos, essa metodologia adapta o conceito do modelo de diamante (Shenhar & Dvir, 2007), em que o sucesso da adoção se baseia em quatro principais dimensões: eficiência operacional — cronograma e orçamento; satisfação do cliente; impacto nos negócios; e capacidade da organização de se adaptar e inovar no futuro. Os FCS são identificados em cada uma destas dimensões, considerando como a IA pode contribuir para o sucesso do projeto em termos de melhorar a tomada de decisão, otimizar processos, e fornecer insights valiosos.

Esta metodologia proporciona um quadro estruturado para identificar e analisar os FCS para a adoção de IA no gerenciamento de projetos. Integrando as abordagens de Rockart (1979) e Shenhar e Dvir (2007), ela foca em entender o contexto organizacional específico e considera uma visão multidimensional do sucesso, garantindo que a implementação da IA seja alinhada com os objetivos estratégicos da organização. A seção 7.3.1 detalhará os FCS para adoção de IA no gerenciamento de projetos.

7.2.2 Entrevistas

Após a identificação dos FCS que condicionam a adoção de IA no gerenciamento de projetos, foram realizadas entrevistas individuais, visando a validação desses fatores. A

entrevista é uma metodologia de pesquisa qualitativa capaz de oferecer insights detalhados a partir das experiências, percepções e opiniões de cada entrevistado (Kvale, 1996). Para o pesquisador que busca compreender processos, experiências ou eventos de uma perspectiva individual, permitindo uma análise rica e detalhada de respostas subjetivas (Creswell, 2013). Considerando que a adoção da inteligência artificial no gerenciamento de projetos ainda está em fase exploratória, a opção por essa estratégia de investigação se faz útil.

Creswell (2013) enfatiza a necessidade da elaboração de questões de entrevista que promovam respostas detalhadas e reflexivas, facilitando a coleta de dados. Portanto, para a elaboração do roteiro de entrevistas, serão seguidas as etapas sugeridas por Patton (2002), incluindo a definição dos objetivos da entrevista, a seleção dos entrevistados, a formulação das perguntas, a escolha do ambiente de entrevista e a estratégia de análise dos dados.

O objetivo das entrevistas, portanto, foi a validação dos FCS que condicionam a adoção da IA no gerenciamento de projetos. A seleção dos entrevistados foi criteriosa, visando incluir especialistas em gestão de projetos com diferentes níveis de experiência com inteligência artificial, para garantir uma diversidade de perspectivas (Seidman, 2013). As perguntas foram formuladas de forma a facilitar a obtenção de insights detalhados sobre as experiências, percepções e opiniões dos entrevistados relacionadas à aplicação da IA.

Foram feitas duas perguntas para cada FCS. A primeira pergunta (P1) é projetada para explorar conceitos gerais, percepções e abordagens relacionadas ao fator em questão. Seu objetivo é abrir o diálogo e permitir que o entrevistado compartilhe sua compreensão e visão geral sobre o tema. Essa abertura ajuda a estabelecer um contexto sobre como cada fator é percebido dentro da organização e no gerenciamento de projetos. A segunda pergunta (P2) é mais específica e situacional, solicitando ao entrevistado que forneça exemplos concretos, experiências ou resultados observados que se relacionam diretamente com o FCS. O objetivo aqui é explorar detalhes operacionais ou estratégicos, evidenciando como o fator é aplicado na prática e quais impactos tangíveis ele tem sobre o gerenciamento de projetos. Essa abordagem permite capturar evidências de eficácia, desafios e estratégias de implementação específicas.

As entrevistas foram realizadas de forma remota, utilizando tecnologias de comunicação à distância, para facilitar a participação dos especialistas e a coleta de dados. A análise das respostas buscou identificar padrões, temas emergentes e insights específicos sobre a adoção da IA no gerenciamento de projetos, contribuindo para o avanço do conhecimento na área (Braun & Clarke, 2006).

O conteúdo das perguntas foi determinado com base nos fatores críticos de sucesso identificados na literatura para a adoção de IA no gerenciamento de projetos. O roteiro foi

projetado para orientar entrevistas com especialistas em gerenciamento de projetos que tenham experiência ou interesse significativo na integração da IA em suas práticas. O roteiro encontra-se no Apêndice A.

7.3 DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

7.3.1 Fatores Críticos de Sucesso para as perspectivas adotadas

Como mencionado anteriormente, a amostra deste trabalho foi afunilada em 377 artigos, seguindo a lente teórica adotada e as perspectivas de: FCS para adoção de IA independentemente da área e; FCS para adoção de tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos.

Na amostra estudada, foi possível classificar cada um dos 377 artigos dentro das duas perspectivas analisadas: FCS para adoção de IA e FCS para adoção de tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos. Conforme indicado na Tabela 14:

Perspectiva	Quantidade
FCS para adoção de IA	355
FCS para adoção de tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos	22

Tabela 14 — Classificação da amostra

Fonte: Autor.

A classificação foi feita baseando-se nas palavras-chave e no conteúdo dos artigos analisados. Para adoção de IA foram determinantes para classificação nessa categoria a presença de termos relacionados a IA no conteúdo do artigo, termos tais quais: inteligência artificial, *machine learning*, *deep learning* e redes neurais artificiais. Para a classificação na perspectiva de adoção de tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos, a análise se baseou em termos como: gerenciamento de projetos, tecnologias, sistemas da informação, transformação digital e indústria 4.0.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 14, é possível identificar a relevância para a literatura de pesquisar sobre fatores que condicionam a adoção com sucesso de IA. Da mesma forma que a adoção de tecnologias disruptivas e que tenham impacto positivo no gerenciamento de projetos ainda está presente em quantidade relativamente menor. O que

justifica a importância e relevância de estudar fatores críticos de sucesso para adoção de IA no gerenciamento de projetos.

Na investigação dos FCS para a adoção de IA, é essencial explorar estudos que se concentrem especificamente na integração da IA em ambientes de projetos. A Tabela 15 evidencia os FCS encontrados na literatura para adoção de IA.

Fator Crítico de Sucesso	Autores
Alinhamento estratégico e objetivos do projeto	Kumar, Zadgaonkar & Shukla (2013)
Capacidade organizacional e IA	Gupta & George (2016)
Treinamento e desenvolvimento de habilidades em IA	Lee & Lee (2019)
Integração de IA e gestão de mudanças	Gupta & George (2016)
Liderança em IA e suporte executivo	Kumar et al. (2013)
Avaliação e gerenciamento de riscos em IA	Gupta & George (2016)
Feedback e aprendizado contínuo	Lee & Lee (2019)

Tabela 15 – Fatores críticos de sucesso para adoção de inteligência artificial

Fonte: Autor.

A pesquisa de Kumar et al. (2013) revela que um dos principais FCS para a adoção de IA é o alinhamento estratégico entre os objetivos da IA e os objetivos do projeto. Este alinhamento estratégico assegura que a IA seja um recurso que impulsiona o projeto em direção aos seus objetivos específicos. Essa perspectiva é reforçada por Gupta e George (2016), que identificam a importância da congruência entre as capacidades da IA e as necessidades do projeto. Isso inclui a competência técnica dos colaboradores, a maturidade da organização em termos de infraestrutura de dados, processos de governança de dados e uma cultura que apoia a inovação baseada em IA.

Além disso, Lee e Lee (2019) destacam a relevância da competência técnica e do conhecimento em IA dentro das equipes de projeto como um FCS. Isso sugere que o treinamento e o desenvolvimento contínuo de habilidades em IA são críticos para que as equipes facilitem a integração dessa tecnologia no gerenciamento de projetos. A IA no gerenciamento de projetos deve ser abordada como um processo contínuo de aprendizado e melhoria. A incorporação de feedback e a adaptação constante são importantes para refinar a aplicação da IA e aumentar sua eficácia ao longo do tempo.

Esses FCS proporcionam a base para a adoção bem-sucedida de IA em gestão de projetos. A compreensão e a implementação desses fatores podem levar a uma integração mais eficiente da IA, o que resulta em projetos mais inovadores, eficientes e eficazes.

Ao examinar os FCS para a adoção de tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos, é importante considerar estudos que abordem uma variedade de inovações

tecnológicas. Na Tabela 16 são apresentados os FCS para adoção de tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos.

Fator Crítico de Sucesso	Autores
Cultura organizacional e inovação	O'Connor & Rice (2013)
Liderança e visão para inovação	Singh & Hess (2017)
Gestão de riscos e compliance	Zhao, Hwang & Low (2015)
Infraestrutura tecnológica adequada	Zhao, Hwang & Low (2015)
Capacitação e treinamento contínuo	O'Connor & Rice (2013)
Comunicação efetiva e engajamento dos stakeholders	Sing & Hess (2017)
Medição e análise de desempenho	Zhao, Hwang & Low (2015)

Tabela 16 – Fatores críticos de sucesso para adoção de tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos

Fonte: Autor.

De acordo com a pesquisa de O'Connor e Rice (2013), um dos FCS é a cultura organizacional que suporta a inovação e a adaptação. Uma cultura que valoriza a aprendizagem contínua, a experimentação e a tolerância ao fracasso é essencial para adotar novas tecnologias disruptivas com sucesso. Isso garante que a equipe esteja apta a adaptar e otimizar a tecnologia para as necessidades específicas dos projetos.

Essa visão é complementada por Singh e Hess (2017), que enfatizam a necessidade de uma liderança que encoraje a experimentação e a aceitação de novas tecnologias. Líderes que compreendem o valor das tecnologias disruptivas e podem articular uma visão clara de sua implementação ajudam a alinhar a equipe e os stakeholders em torno de objetivos em comum. Os autores defendem que manter uma comunicação clara e efetiva com todas as partes interessadas, incluindo a equipe do projeto, a gerência e os usuários finais, é um pilar para gerenciar expectativas e facilitar a aceitação das novas tecnologias.

A pesquisa de Zhao, Hwang e Low (2015) aponta para a importância da gestão de riscos como um FCS na adoção de tecnologias disruptivas. A infraestrutura tecnológica também é um pilar para a adoção de novas tecnologias. Investimentos em hardware e software adequados, bem como a garantia de interoperabilidade com sistemas existentes ou legados, são fundamentais para a efetiva implementação das tecnologias disruptivas.

Esses FCS fornecem uma estrutura para a implementação bem-sucedida de tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos. Eles abordam aspectos organizacionais, técnicos, humanos e estratégicos, garantindo uma abordagem holística e eficaz.

Para propor um conjunto de fatores condicionantes para a adoção de IA no gerenciamento de projetos, foram consideradas as duas segmentações exploradas na literatura:

FCS para adoção de IA e FCS para adoção de tecnologias disruptivas no gerenciamento de projetos.

A adoção com sucesso de IA na gestão de projetos depende da sinergia entre os aspectos tecnológico, organizacional e humano. Para isso, se faz importante investimentos em infraestrutura tecnológica, a adaptabilidade da cultura organizacionais e a capacitação de equipes técnicas e de negócios.

A Tabela 17 apresenta os fatores condicionantes propostos para adoção de IA no gerenciamento de projetos:

ID	Fator Condicionante	Descrição	Autores
FC1	Alinhamento Estratégico entre IA e Objetivos de Projeto	Assegurar que os objetivos da implementação da IA estejam em consonância com as metas gerais do projeto.	Kumar, Zadgaonkar & Shukla (2013)
FC2	Infraestrutura Tecnológica Adequada	Garantir que a infraestrutura tecnológica existente seja capaz de suportar e integrar eficientemente as soluções de IA.	Gupta & George (2016); Zhao, Hwang & Low (2015)
FC3	Treinamento e Desenvolvimento de Habilidades	Investir na capacitação das equipes de projeto em IA, garantindo assim o uso eficiente dessas ferramentas.	O'Connor & Rice (2013); Lee & Lee (2019)
FC4	Liderança Visionária	Fomentar uma liderança que não apenas entenda e apoie a adoção da IA, mas também gerencie efetivamente as mudanças decorrentes da integração dessa tecnologia.	Gupta & George (2016); Singh & Hess (2017)
FC5	Cultura Organizacional que Suporta Inovação	Promover uma cultura que valorize a aprendizagem, a experimentação e a adaptabilidade para facilitar a incorporação de tecnologias inovadoras.	Kumar et al. (2013); O'Connor & Rice (2013)
FC6	Gestão de Riscos e Compliance	Identificar, avaliar e gerenciar proativamente os riscos associados à adoção da IA e tecnologias disruptivas, incluindo aspectos éticos e de compliance.	Gupta & George (2016); Zhao, Hwang & Low (2015)
FC7	Comunicação Efetiva e Engajamento dos Stakeholders	Manter uma comunicação clara com todas as partes interessadas, facilitando assim a aceitação e a	Sing & Hess (2017)

		colaboração na implementação da IA.
FC8	Feedback e Aprendizado Contínuo	Estabelecer processos que permitam o feedback contínuo e o aprendizado constante com a utilização da IA, visando a melhoria e adaptação contínua das tecnologias ao contexto do projeto
FC9	Medição e Análise de Desempenho	Definir métricas claras para avaliar o impacto e o desempenho da IA no projeto, permitindo ajustes e otimizações baseados em dados

Tabela 17 – Fatores condicionantes para adoção de IA no gerenciamento de projetos

Fonte: Autor.

Esses fatores representam uma integração holística dos elementos críticos para a adoção eficaz da IA no gerenciamento de projetos, levando em consideração tanto as especificidades da IA quanto os desafios gerais associados à integração de tecnologias disruptivas.

7.3.2 Discussão dos resultados

A adoção de IA no gerenciamento de projetos, como apontado por Kumar et al. (2013), exige um alinhamento estratégico e definição clara dos objetivos do projeto, enfatizando a importância da visão e liderança para inovação identificada por Singh e Hess (2017). Este alinhamento garante que a IA seja integrada de maneira a contribuir para o sucesso do projeto, alinhando-se com a estratégia organizacional global.

Os insights obtidos nas entrevistas reforçam essa necessidade. Um dos gestores entrevistados mencionou os objetivos de seus projetos e a expectativa dos benefícios da IA:

"Nossos projetos com IA dependem de ter um business case aprovado, seja com foco em diminuição de HC (Head Count) ou ROI. A partir dessa aprovação, avaliamos como a IA pode ser implementada com foco em eficiência operacional e produtividade. Só iniciamos implementação com esse alinhamento prévio"

Essa prática evidencia a aplicação do Fator Condicionante 1 (FC1) na realidade corporativa, demonstrando que o alinhamento estratégico é uma premissa para a adoção de IA.

Gupta e George (2016) destacam a necessidade de capacidade organizacional robusta em IA, incluindo infraestrutura tecnológica adequada, como fundamentado por Zhao Hwang e

Low (2015), para apoiar a integração e uso efetivo da IA. Esta infraestrutura é crítica não apenas para suportar a tecnologia, mas também para facilitar a gestão de riscos e compliance, um aspecto ressaltado tanto para IA quanto para tecnologias disruptivas em geral.

Um gestor entrevistado compartilhou:

"Infraestrutura é um pilar fundamental. Hoje em dia para ter aplicações de IA precisamos ter uma cloud bem gerenciada, garantir escalabilidade e segurança. Monitoramos todos os custos e performance das máquinas para garantir que a infraestrutura esteja adequada".

Este depoimento ilustra a aplicação prática do FC2, destacando a necessidade de investimentos em infraestrutura para acomodar as soluções de IA.

O desenvolvimento e treinamento contínuo de habilidades em IA, enfatizado por Lee e Lee (2019) e O'Connor e Rice (2013), é essencial para que as equipes consigam extrair os melhores resultados da IA. As entrevistas corroboram essa visão. Conforme um gestor relatou:

"Estamos atentos aos treinamentos e capacitações, sim. É importante estarmos atualizados com o que há de mais novo e tecnológico no mercado, seja hoje com a IA ou amanhã com as próximas tecnologias que surgirem. Incentivamos tanto nosso time técnico quanto os times de produtos a compartilharem certificações que queiram fazer e sejam importantes para as atividades do dia a dia".

Este enfoque no FC3 evidencia a relevância do desenvolvimento de competências técnicas para o sucesso na adoção da IA.

A comunicação eficaz e o engajamento dos stakeholders, mencionados por Singh e Hess (2017), são elementos importantes para garantir que todas as partes interessadas estejam alinhadas e comprometidas com a adoção da IA, refletindo a importância da liderança em IA e suporte executivo destacado por Kumar et al. (2013). Isso inclui a necessidade de uma cultura organizacional que fomente a inovação, como identificado por O'Connor e Rice (2013), criando um ambiente que suporta a experimentação e adaptação necessárias para incorporar novas tecnologias.

"Aqui na companhia temos a cultura de manter uma comunicação transparente com todos os envolvidos nos projetos. Utilizamos de metodologia ágil com reuniões diárias para compartilhar avanços, desafios e resultados. Essa aproximação desde o início do projeto garante o alinhamento dos objetivos e a colaboração entre os times que atuam nos projetos de IA."

Este depoimento reforça em conjunto a relevância dos fatores críticos FC4, FC5 e FC7, e demonstra como a comunicação estratégica pode influenciar positivamente o processo de adoção de IA em projetos.

A gestão de riscos e compliance (FC6) também é considerada como um fator crítico. Conforme um gestor detalhou:

"Prezamos pela privacidade, garantir que não tem vazamento de informações sigilosas. Existe uma preocupação com a IA responsável, precisamos garantir que há confiabilidade e segurança dos nossos dados, que a IA não está sendo utilizada para fins indevidos ou ofensas. Também nos atentamos em limitar as interações exclusivamente ao que for de interesse do sistema. "

Este relato alinha-se com as recomendações de Gupta e George (2016) e Zhao, Hwang e Low (2015), evidenciando uma abordagem abrangente na gestão de riscos.

Finalmente, a medição e análise de desempenho, ressaltada por Zhao Hwang e Low (2015), são fundamentais para avaliar o impacto da IA e das tecnologias disruptivas nos projetos. Este processo de feedback e aprendizado contínuo, enfatizado por Lee e Lee (2019), permite ajustes iterativos e melhorias na aplicação da IA, garantindo que os projetos não apenas atendam, mas superem seus objetivos.

Conforme compartilhado por um gestor:

"Registrarmos logs das interações dos usuários com a IA para tunar os modelos [...] Avaliamos o desempenho das soluções de IA com base na performance dos modelos e na percepção dos usuários".

Este enfoque na mensuração alinhada às recomendações de Zhao, Hwang e Low (2015) (FC9) e Lee e Lee (2019) (FC8) evidencia a importância de uma abordagem baseada em dados para a tomada de decisões.

Conforme evidenciado pelos autores acima e corroborado pelas entrevistas com os gestores de projetos, a adoção da IA no gerenciamento de projetos envolve diferentes frentes da organização. Portanto, os fatores críticos de sucesso para a adoção de inteligência artificial no gerenciamento de projetos podem ser discutidos em diferentes aspectos. Para essa análise, foram selecionadas três perspectivas: interseção da IA com práticas de gerenciamento de projetos; impacto organizacional da adoção de IA; e gestão de equipes e capacitação.

Na interseção da IA com as práticas de gerenciamento de projetos, observa-se que a IA tem o potencial de transformar a concepção, planejamento e execução dos projetos. Os depoimentos dos gestores indicam melhorias na previsão de riscos, alocação de recursos e eficiência na tomada de decisão. No entanto, destacam a necessidade de cautela na integração

com as metodologias e sistemas existentes. A resistência à mudança, identificada em várias fontes, pode ser mitigada através de um planejamento estratégico que realce os benefícios da IA.

No que tange ao impacto organizacional, a adoção da IA implica em mudanças na cultura e nas estruturas de governança. A liderança desempenha um papel determinante no apoio à implementação da IA e no incentivo à inovação e capacitação contínua das equipes. Os relatos enfatizam a importância de líderes que atuem como facilitadores e apoiadores do processo de transformação. Além disso, as organizações devem estar preparadas para enfrentar e gerenciar as questões éticas e de privacidade que surgem com o uso de IA.

Um dos desafios mais significativos identificados é a necessidade de desenvolvimento de competências técnicas nas equipes de gerenciamento de projetos. De acordo com os gestores entrevistados, a IA não elimina a necessidade de habilidades humanas; pelo contrário, ela muda o foco para habilidades como pensamento crítico, criatividade e gestão de mudanças. Segundo um dos gestores:

“A IA não vai tirar o emprego das pessoas na empresa; mas uma pessoa que saiba usar a IA vai substituir uma que não saiba”.

O desenvolvimento de programas de capacitação e a redefinição de papéis dentro das equipes de projeto precisam acontecer para extrair ao máximo as capacidades da IA. Isso também implica em uma mudança na dinâmica de trabalho, onde a colaboração homem-máquina se torna um aspecto central do gerenciamento de projetos.

7.4 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo explorou os fatores críticos de sucesso para a adoção da IA no gerenciamento de projetos, combinando evidências da literatura acadêmica com a experiência prática de implementação de IA, obtidas por meio de entrevistas com 10 gestores de projetos que estão adotando IA em suas respectivas organizações. Os depoimentos dos gestores confirmam e enriquecem os achados teóricos, revelando que a integração efetiva de IA no gerenciamento de projetos depende de aspectos culturais e tecnológicos.

O estudo reafirma a importância do alinhamento estratégico (FC1) entre a adoção da IA e os objetivos do projeto e da organização. Os gestores entrevistados enfatizam que a clareza nos objetivos e metas facilita a integração da IA de forma eficiente.

A infraestrutura tecnológica adequada (FC2), é um pilar para suportar a implementação da IA. Investimentos nessa área devem ser considerados estratégicos para viabilizar a adoção tecnológica.

O desenvolvimento contínuo de habilidades e a capacitação em IA (FC3) são importantes para preparar as equipes para entender as capacidades e limitações da IA, para poder extrair todo seu potencial.

A liderança visionária e o suporte executivo (FC4) são vistos como elementos que influenciam positivamente a cultura organizacional, incentivando a experimentação e a adaptação às novas tecnologias.

Uma cultura que valoriza a inovação (FC5), aprendizagem contínua, a experimentação e a adaptabilidade é fundamental para incorporar a IA. Organizações devem promover um ambiente que encoraje a inovação e esteja aberto a novas soluções e tecnologias.

A gestão de riscos e compliance (FC6) é tratada com seriedade pelas organizações. Os depoimentos indicam que abordagens proativas na identificação e mitigação de riscos, incluindo considerações éticas e legais, são práticas adotadas para assegurar a confiabilidade na IA e a privacidade de dados sigilosos.

A comunicação eficaz e o engajamento dos stakeholders (FC7) são reconhecidos como facilitadores na implementação da IA. Os gestores ressaltam que a transparência e o envolvimento das partes interessadas desde o início promovem alinhamento e apoio.

O feedback e o aprendizado contínuo (FC8) são incorporados como práticas que permitem ajustes e aprimoramentos na aplicação da IA. A medição e análise de desempenho

(FC9) fornecem subsídios para tomadas de decisão baseadas em dados, contribuindo para a otimização das soluções implementadas.

Em síntese, a adoção bem-sucedida da IA no gerenciamento de projetos requer uma abordagem integrada que considere aspectos tecnológicos, organizacionais e humanos. As evidências práticas obtidas nas entrevistas reforçam a relevância dos fatores críticos de sucesso identificados e oferecem insights para organizações que buscam implementar a IA em seus processos de gerenciamento de projetos.

Este artigo reconhece os desafios associados à integração da IA no gerenciamento de projetos, incluindo resistência à mudança, questões de compatibilidade de sistemas e preocupações com ética e privacidade dos dados.

As limitações da pesquisa, decorrentes da disponibilidade de estudos empíricos abrangentes, indicam oportunidades para investigações futuras que aprofundem o conhecimento e promovam o desenvolvimento de práticas eficientes na adoção da IA.

A investigação sobre a adoção de IA no gerenciamento de projetos abriu caminho para diversas áreas de pesquisa futura. Os resultados, corroborados pelos depoimentos dos gestores, apontam para a importância de fatores como alinhamento estratégico, infraestrutura tecnológica adequada, desenvolvimento de habilidades, liderança e suporte executivo, entre outros, na facilitação da adoção da IA em práticas de gerenciamento de projetos.

Os gestores entrevistados compartilharam desafios específicos que enfrentaram, sugerindo direções para pesquisas futuras. Por exemplo, um gestor mencionou:

"A implementação da IA trouxe preocupações relacionadas à privacidade dos dados e conformidades regulatórias. Não há um padrão ou frameworks específicos que orientem as organizações nesse aspecto, existem somente 'boas práticas'."

Essa observação ressalta a necessidade de pesquisas que delineiem frameworks para a avaliação e gestão de riscos associados à IA, considerando variáveis como segurança de dados, ética e compliance regulatório.

Outro gestor comentou sobre a medição qualitativa da eficiência:

"Com certeza utilizar IA melhora nossa produtividade e processos operacionais são feitos mais rapidamente. Mas é muito difícil mensurar quanto tempo que ganhamos de fato."

Esse relato indica a necessidade de pesquisas que investiguem sistemas de medição e análise de desempenho adaptados ao contexto de projetos que utilizam IA, desenvolvendo indicadores que refletem os aspectos de produtividade.

A partir dessas constatações e outras citadas nas seções anteriores, sugere-se as seguintes direções para pesquisas futuras apresentadas na Tabela 18:

Temas de pesquisa	Descrição
Desenvolvimento de competências técnicas	Aprofundar a investigação sobre as competências técnicas necessárias para equipes de projeto em ambientes com IA, identificando lacunas de habilidades e desenvolvendo metodologias eficazes para treinamento e desenvolvimento contínuo.
Liderança e suporte executivo	Avaliar o papel da liderança e do suporte executivo na superação de barreiras à adoção de IA, especialmente em termos da cultura de inovação.
Gestão de riscos	Delinear frameworks específicos para a avaliação e gestão de riscos associados à implementação de IA em projetos, considerando variáveis como segurança de dados, ética e compliance regulatório.
Análise de desempenho	Investigar sistemas de medição e análise de desempenho adaptados ao contexto de projetos que utilizam IA, desenvolvendo indicadores que refletem aspectos de produtividade.
Estudos de caso	Conduzir estudos de caso em diversas indústrias e contextos organizacionais para entender melhor as nuances da adoção de IA em gerenciamento de projetos. Comparar e contrastar esses casos para identificar padrões de sucesso e desafios comuns.
Integração com outras áreas	Promover pesquisas que integrem conhecimentos de campos como ciência da computação, psicologia organizacional e teoria do gerenciamento para abordar a complexidade da adoção de IA em projetos de forma holística.
Pesquisas quantitativas	Conduzir pesquisas quantitativas sobre a adoção de IA para o gerenciamento de projetos, entendendo os estágios em que as organizações estão quanto a adoção e suas áreas de aplicação.

Tabela 18 — Temas de pesquisas futuras
Fonte: Autor.

Como contribuições práticas, esse estudo incentiva os profissionais de gerenciamentos de projetos a considerar a IA como aliado que complementa e potencializa as práticas existentes. A adoção da IA deve ser acompanhada por estratégias de gestão de mudanças, investimentos em capacitação e compreensão das implicações éticas e de privacidade.

8 ESTUDO 3: ADOÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Resumo

Objetivo: Objetivo deste artigo foi investigar o comportamento de pessoas que trabalham com projetos sobre a adoção de IA no gerenciamento de projetos.

Metodologia: A metodologia adotada foi de pesquisa survey com participação de 234 respondentes que atuam em projetos. A coleta de dados foi realizada com um questionário online, estruturado com base em duas escalas: Likert e uso passado-futuro. A análise dos dados foi realizada com equações estruturais (SEM) para testar significância das hipóteses e avaliar as relações entre as variáveis propostas pelo modelo UTAUT.

Descobertas: Os resultados indicam que expectativa de desempenho, expectativa de esforço e condições facilitadoras são os principais fatores que influenciam a adoção de IA em projetos. Entre esses, a expectativa de desempenho mostrou-se relevante tanto para a intenção comportamental quanto para a adoção de fato. A influência social e a intenção comportamental apresentaram impacto limitado, sugerindo que, para tecnologias emergentes como IA, fatores objetivos são mais determinantes. O modelo UTAUT foi capaz de explicar 15% da intenção comportamental e 13,7% da adoção de IA, um efeito médio, mas relevante, considerando a complexidade da tecnologia e o estágio inicial de adoção.

Implicações práticas: As descobertas sugerem que as organizações precisam demonstrar os benefícios da IA, investir em capacitação e treinamento contínuo e garantir infraestrutura e suporte adequados para facilitar a adoção. A pesquisa também evidencia que as empresas devem criar estratégias para alinhar a intenção de uso com o comportamento efetivo, por meio de incentivos, políticas organizacionais e acompanhamento contínuo do uso da tecnologia.

Originalidade: Este artigo contribui ao expandir a aplicação do modelo UTAUT para tecnologias emergentes e disruptivas como IA, no contexto específico da gestão de projetos. Ele oferece insights sobre como fatores objetivos, como desempenho e esforço, superam a influência social na determinação da adoção de novas tecnologias.

Tipo de artigo: Survey

Palavras-chave: gerenciamento de projetos, inteligência artificial, UTAUT

8.1 INTRODUÇÃO

O avanço contínuo da tecnologia, especialmente no âmbito da Inteligência Artificial (IA), está redesenhando os limites de várias disciplinas e práticas profissionais, incluindo o campo da gestão de projetos (Ong & Uddin, 2020; Love, Matthews, Simpson, Hill & Olatunji, 2014). Em geral, a IA pode ser definida como a capacidade de sistemas computacionais realizarem tarefas que normalmente requerem inteligência humana, como aprendizado, tomada de decisões e reconhecimento de padrões (Russel & Norvig, 2020). Na gestão de projetos, a IA apresenta oportunidades para melhorias na eficiência, tomada de decisões e análise preditiva (de Oliveira et al., 2022). Desde a automação de tarefas rotineiras até a geração de insights através da análise de grandes volumes de dados, a IA tem o potencial de transformar significativamente como os projetos são gerenciados (Holzmann, Zitter, & Peshkess, 2022). Além disso, a pesquisa sobre IA em gestão de projetos é apoiada por literatura que reconhece a crescente importância da tecnologia na gestão contemporânea.

Um exame longitudinal do desenvolvimento da IA revela uma gama de técnicas aplicadas ao gerenciamento de projetos. Essas técnicas se iniciaram com os sistemas especialistas nos anos 90 (Arinze & Partovi, 1992; Al-Tabtabai, 1997 e 1998), esses sistemas, baseados em regras codificadas por especialistas humanos, foram capazes de fornecer orientação e tomar decisões em situações específicas. Nos anos 2000, aplicações de *machine learning* (Bakhshi, Moradinia, Jani e Poor, 2022; Wauters & Vanhoucke, 2014), permitindo a análise de grandes conjuntos de dados para identificar padrões, prever resultados e otimizar processos. Nesse mesmo período técnicas *deep learning* (Lecun, Bengio e Hinton, 2015) permitiram a construção de modelos neurais que podiam aprender representações de dados de forma hierárquica e automatizada. Até que a partir de 2023 começaram as aplicações com IA generativa (Barcaui & Monat, 2023), a qual tem a capacidade de criar dados sintéticos e simular cenários, o que auxilia na tomada de decisões estratégicas e a inovação em gestão de projetos.

A contribuição da IA no gerenciamento de projetos se dá especialmente nas seis áreas mencionadas por Saturno e Rabechini (2024). São elas: **cronograma** (Jüngen & Kowalczyk, 1995; Faghihi, Nejat, and Reinschmidt, 2015; Sheoraj & Sungkur, 2022); **custos** (Cheng et al., 2009a; Cheng et al., 2009b; Elmousalami, 2021); **sucesso de projetos** (Ko & Cheng, 2007; Kumar, Pandey e Singh, 2021; Bang et al., 2022); **análise e previsão de desempenho** (Al-Tabtabai, 1997 e 1998; Jang, 2022; de Oliveira et al., 2022); **gestão de valor agregado** (Wauters & Vanhoucke, 2014; Bakhshi et al., 2022) e; **gestão de riscos** (Badiru & Sieger, 1998; Li & Mo, 2020).

Desde 2020, pesquisas indicam que futuros estudos devem experimentar várias técnicas de inteligência artificial (Alkaissy et al., 2023), abordarem a lacuna entre teoria e prática (Tominc et al., 2023) e explorarem os benefícios da aplicação da IA em gestão de projetos (Cabeças & da Silva, 2020). Portanto, é pertinente aprofundar a investigação desses tópicos, dado o amplo leque de técnicas e algoritmos de IA que podem ser aplicados em várias áreas da gestão de projetos. Destacando a necessidade de expandir a literatura sobre o papel dos gerentes de projetos neste contexto de IA (Taboada et al., 2023).

Por conta do potencial de ganhos de tempo e custos que as aplicações da inteligência artificial já apresentaram em diversos campos (Cabeças & da Silva, 2020), e pelos avanços tecnológicos que possibilitam aprimorar e otimizar resultados (Laanti & Kangas, 2015) acredita-se que, do ponto de vista acadêmico, seja possível avançar nas pesquisas de IA no âmbito da gestão de projetos. De acordo com Kumar, et al. (2021) ainda existem oportunidades de estudos nas aplicações práticas da inteligência artificial. Sabe-se que entre os que consideram a IA como oportunidade estratégica, apenas 16% iniciaram os trabalhos de implementação em seus processos e projetos (Tominic, Oreski & Rozman, 2023).

Portanto, este artigo tem como objetivo investigar o comportamento de pessoas que trabalham com projetos sobre a adoção de IA no gerenciamento de projetos. Os possíveis resultados deste estudo incluem a identificação dos níveis de aceitação da IA entre as pessoas que trabalham com projetos, a avaliação do impacto da expectativa de desempenho, esforço e condições facilitadoras na utilização de IA para gerenciar projetos.

Este estudo analisará como as pessoas que trabalham com projetos estão se adaptando a essas mudanças tecnológicas e até que ponto possuem o conhecimento e habilidades para integrar a IA em suas práticas. Portanto, esta pesquisa ampliará esse entendimento ao medir como os profissionais percebem e integram a IA em suas práticas, focando também nas áreas identificadas por Saturno & Rabechini (2024) como beneficiárias do uso da IA: cronograma, orçamento, sucesso do projeto, avaliação de desempenho e previsão, gestão de valor agregado e gestão de riscos.

8.2 REVISÃO DA LITERATURA

Na literatura acadêmica há evidências de diferentes técnicas de inteligência artificial aplicadas em diferentes segmentos, tais quais a área da saúde, finanças, construção, dentre outras (Constantino, et al., 2015; Taboada et al., 2023). No gerenciamento de projetos a adoção de IA evolui desde os anos 90 até meados de 2024 (Mohagheghi, Mousavi, Antucheviciene, Mojtabahedi, 2019). Sua utilização permite que os gerentes de projetos se dediquem a atividades estratégicas (PMI, 2019).

Os impactos da IA na gestão de projetos se concentram nas seis áreas indicadas por Saturno e Rabechini (2024), conforme ilustrado na Tabela 19 abaixo:

Áreas da gestão de projetos impactadas positivamente pela IA	Autores
Gestão de cronogramas	Jungen e Kowalczyk (1995); Liu e Hao (2021); Faghihi et al. (2015); Chevallier e Russell (1998)
Gestão de custos	Fridgeirsson et al. (2021); Cheng (2010, 2011); Bakhshi et al. (2022); Elmousalami (2020)
Sucesso de projetos	Ko e Cheng (2007); Bang et al. (2021); Kumar, et al (2021)
Avaliação e previsão de desempenho	Al-Tabatabai (1998); Jang (2022); De Oliveira et al. (2022)
Gestão de valor agregado	Bakhshi et al. (2022); Wauters & Vanhoucke (2014)
Gestão de riscos	Choi, Lee & Kim (2021); Li & Mo (2021); Badiru & Sieger (1998)

Tabela 19 — Áreas do Gerenciamento de projetos impactadas pela IA.

Fonte: Autores.

Na área de gestão de cronogramas a IA é aplicada na otimização da programação de cronogramas, para realizar a previsão de atrasos, no ajuste automático com base nas mudanças do projeto e na estimativa de duração de tarefas (Saturno & Rabechini, 2024).

Nesta linha de raciocínio, Jungen e Kowalczyk (1995) discutem a utilização de sistemas baseados em IA para a manipulação interativa de restrições em projetos, o que permite revisões em tempo real dos cronogramas à medida que novas informações se tornam disponíveis ou

quando o projeto enfrenta mudanças inesperadas. Este aspecto de otimização é importante, pois permite que os gerentes de projeto realinhem rapidamente os recursos e ajustem as expectativas sem comprometer os objetivos gerais do projeto. A otimização contínua de cronogramas via algoritmos de IA pode resultar em uma utilização mais eficiente dos recursos, redução de custos e melhor alinhamento com os prazos do projeto.

A previsão de atrasos de cronogramas também tem evidências da utilização de técnicas de IA, Liu e Hao (2021) apresentam como modelos de aprendizado profundo são eficazes na análise de padrões temporais complexos dos dados históricos de projetos para prever atrasos futuros. Esta capacidade ajuda a mitigar riscos e oferece uma base para decisões proativas na gestão de cronogramas. A previsão precisa de atrasos possibilita intervenções mais estratégicas e um planejamento mais robusto, evitando assim a escalada de problemas e minimizando impactos negativos sobre o cronograma geral do projeto.

Além disso, a capacidade de ajustar automaticamente os cronogramas em resposta a mudanças no projeto também é uma aplicação da IA em gestão de cronogramas. Segundo Faghihi et al. (2015), os algoritmos genéticos são particularmente úteis para adaptar cronogramas de forma dinâmica, permitindo que sistemas de gestão de projetos respondam flexivelmente à evolução das condições e requisitos do projeto. Esta flexibilidade é essencial em ambientes de projeto que são inherentemente incertos ou que requerem uma resposta rápida a interrupções ou oportunidades emergentes.

Ainda na gestão de cronogramas, a precisão nas estimativas de duração das tarefas também foi evidenciada como beneficiada com a introdução de técnicas de IA. Chevallier e Russell (1998) destacam como os sistemas de IA utilizam sistemas especialistas para prever de maneira mais eficaz quanto tempo as tarefas levarão para serem concluídas. Essa melhoria aumenta a confiabilidade dos cronogramas e ajuda a gerenciar as expectativas de stakeholders e alocar recursos de maneira mais eficiente.

Se as pessoas que trabalham com projetos percebem que a IA pode otimizar cronogramas, prever atrasos, estimar a duração das tarefas e ajustar automaticamente os planos com base em novas informações, eles tendem a acreditar que a IA é útil para melhorar a eficiência e a eficácia na gestão de cronogramas (Argwal & Prasad, 1998; Davis, 1989).

Na área de gestão de custos a IA é aplicada no monitoramento contínuo de custos, na identificação de oportunidade para redução de custos nos projetos, na previsão de desvio de custos antes que ocorram e na precisão da estimativa de custos (Saturno & Rabechini, 2024).

Fridgeirsson et al. (2021) discutem o uso da IA para o monitoramento contínuo de custos, onde permite um ajuste dinâmico das previsões financeiras, adaptando-se às mudanças

nas condições do projeto e ao ambiente operacional. Cheng (2011) complementa essa visão, destacando que a IA facilita a previsão do fluxo de caixa, essencial para o gerenciamento eficaz dos custos do projeto. Essa capacidade de monitoramento contínuo não apenas previne surpresas, mas também garante que os gestores tenham as informações necessárias para tomar decisões informadas rapidamente.

Na identificação de oportunidades de redução de custos nos projetos, Bakhshi et al. (2022) ilustram como algoritmos de aprendizado de máquina podem analisar dados para identificar padrões e tendências que sugeram potenciais economias. Essa capacidade de detectar eficiências ocultas permite aos gestores implementar estratégias de redução de custos de forma proativa, otimizando o uso de recursos e maximizando o retorno sobre o investimento. A análise preditiva da IA não apenas identifica onde os custos podem ser cortados sem comprometer a qualidade, mas também recomenda ajustes nos processos para evitar desperdícios futuros.

Na previsão de desvios de custos antes que eles ocorram evidenciados na literatura. Elmousalami (2020) discute o uso de técnicas de IA para antecipar e mitigar riscos financeiros em projetos de infraestrutura, como canais de irrigação. Por meio de modelos preditivos, a IA pode alertar os gestores sobre possíveis sobrecustos, permitindo a implementação de medidas corretivas antes que o problema se agrave (Elmousalami, 2020). Como Cheng (2011) observa, essa proatividade reduz a probabilidade de atrasos relacionados ao orçamento e melhora a confiança dos stakeholders na gestão do projeto, assegurando uma melhor aderência ao orçamento estipulado e cronogramas definidos.

Outro ponto da gestão de custos em que a IA apoia é a melhoria na precisão de suas estimativas. Cheng (2010) demonstra como modelos de IA são utilizados para refinar estimativas de custos, oferecendo previsões mais precisas quando comparadas com técnicas convencionais. Bakhshi et al. (2022) reforçam esta perspectiva ao destacar que a utilização de aprendizado de máquina pode prever com precisão o custo final e a duração dos projetos. Essa melhoria na precisão das estimativas de custos fortalece a fase de planejamento e apoia uma gestão financeira durante toda a execução do projeto.

Para o sucesso de projetos, a IA é aplicada para avaliar fatores que condicionam o sucesso, para alcançar objetivos no prazo e no orçamento previsto, para auxiliar na sustentabilidade de longo prazo do projeto e para aumentar a eficiência no gerenciamento de recursos (Saturno e Rabechini, 2024).

Na avaliação de fatores de sucesso dos projetos, Ko e Cheng (2007) propõem um modelo de previsão de sucesso que incorpora técnicas de IA, como algoritmos genéticos, lógica fuzzy e redes neurais. Este modelo destina-se a otimizar e fazer o mapeamento de entrada-saída,

demonstrando a capacidade da IA em avaliar continuamente os fatores que influenciam o sucesso do projeto (Ko & Cheng, 2007). Os mesmos autores destacam que o modelo proposto permite uma previsão dinâmica do sucesso do projeto, ajustando-se continuamente às variáveis do projeto para melhor alocação de recursos e controle efetivo do progresso (Ko & Cheng, 2007).

Bang et al. (2021) exploram a aplicação de aprendizado de máquina em conjuntos de dados limitados para fazer com que os projetos alcancem os objetivos dentro do prazo e orçamento. Essas técnicas de aprendizado de máquina podem ser utilizadas para prever e ajustar os projetos, oferecendo assim um suporte quantitativo para gestão de projetos e alcançando o sucesso de projetos baseado em meta orçamentária e cronograma (Bang et al., 2021). Nesse mesmo trabalho ainda é enfatizado como a IA pode contribuir para o gerenciamento eficiente de recursos ao identificar padrões e tendências críticas para a tomada de decisão.

Kumar, et al (2021) discutem como a IA pode auxiliar no desenvolvimento de modelos de negócios colaborativos e na melhoria do desempenho ao longo da cadeia de valor, desde a produção de materiais até a execução e manutenção. Este papel facilitador da IA pode contribuir para a sustentabilidade de longo prazo dos projetos (Kumar, et al. 2021). Estes estudos ilustram o potencial da IA para melhorar a eficiência operacional, maximizando a utilização dos recursos e minimizando desperdícios, o que é crucial para o sucesso dos projetos.

No caso da área de avaliação e previsão de desempenho, a aplicação da IA se dá no monitoramento em tempo real do projeto para avaliar se está performando de acordo com o esperado, nos insights preditivos para o desempenho futuro do projeto, na detecção de problemas antes que sejam críticos, e no auxílio para a tomada de decisão proativa baseada no andamento do projeto (Saturno & Rabechini, 2024).

A aplicação da IA para monitoramento em tempo real envolve o uso de algoritmos e sistemas que podem processar e analisar continuamente dados gerados durante a execução do projeto. Isso inclui o acompanhamento de cronogramas, custos, qualidade dos outputs, e outros indicadores chave de desempenho. Essas ferramentas de IA monitoram dados para identificar padrões para melhorar as avaliações de desempenho. Essa capacidade permite correções e ajustes imediatos, aumentando a probabilidade de sucesso do projeto (Al-Tabtabai, 1998).

Análises preditivas, alimentadas por IA, podem prever resultados de projetos com base em dados históricos e métricas de desempenho contínuo. Isso auxilia na geração de insights para a prever como serão os resultados do projeto no futuro, ajudando na preparação de estratégias de mitigação para riscos potenciais (Jang, 2022). Algoritmos de IA podem prever

trajetórias de projetos, permitindo que os gestores tomem decisões informadas que podem direcionar os projetos para os resultados desejados.

Para a detecção de problemas a IA pode ser aplicada com o intuito de identificar desvios do desempenho planejado antes que esses problemas se tornem críticos. Analisando tendências e padrões, a IA pode alertar os gestores sobre possíveis atrasos, superações de orçamento ou restrições de recursos, possibilitando a gestão proativa e resolução de problemas (De Oliveira et al., 2022).

A IA também aprimora a tomada de decisão proativa dos gestores de projetos ao fornecer análises que consideram diferentes aspectos, incluindo alocação de recursos, aderência ao cronograma e gestão de custos. Ao oferecer uma visão da paisagem do projeto, a IA apoia processos de tomada de decisão mais estratégicos e informados (Jang, 2022).

A área de gestão de valor agregado é impactada pela aplicação da IA ao analisar o valor agregado para gerenciar custos e cronogramas, na melhora da precisão das previsões de valor agregado, nas análises de tendências e otimiza a gestão do valor agregado em projetos complexos (Saturno & Rabechini, 2024).

A IA, ao integrar dados de desempenho passado e condições atuais do projeto, permite uma análise detalhada do valor agregado. Esta análise é importante para o gerenciamento de custos e cronogramas, uma vez que proporciona insights sobre a progressão do projeto em comparação com o planejado. Utilizando técnicas de IA, como redes neurais e algoritmos genéticos, os gestores podem receber alertas antecipados sobre desvios nos custos ou atrasos no cronograma, possibilitando intervenções proativas para mitigar riscos e manter o projeto alinhado com seus objetivos financeiros e de tempo (Bakhshi et al., 2022).

Comparada com métodos convencionais de previsão, a IA oferece uma ferramenta mais robusta e precisa para a previsão de valor agregado. Nesse cenário são utilizados dados históricos para gerar conhecimento para a IA e aplicá-los para prever futuras tendências e resultados do projeto. Isso inclui a análise de como variações nas atividades do projeto podem impactar os custos e tempos finais, fornecendo assim previsões mais acuradas que ajudam os gestores a tomar decisões (Wauters & Vanhoucke, 2014).

A capacidade de identificar tendências e padrões nos dados de valor agregado é uma vantagem da aplicação de IA em gestão de projetos. Por meio de técnicas de aprendizado de máquina, a IA pode reconhecer as tendências emergentes que podem indicar problemas ou oportunidades. Essa análise de tendências, com base no valor agregado, ajuda a prever e ajustar as estratégias do projeto conforme necessário para melhor alinhar com os objetivos estratégicos. (Bakhshi et al., 2022).

Em projetos complexos, onde múltiplas variáveis e restrições interagem de maneira dinâmica, a IA pode servir como ferramenta para otimizar a gestão do valor agregado. Ao integrar e analisar uma quantidade de dados maior que em projetos convencionais, incluindo indicadores de desempenho e variáveis externas, os modelos de IA podem sugerir ações otimizadas que maximizam a eficiência e a eficácia do projeto. Isso resulta em uma gestão mais precisa e econômica dos recursos, garantindo que o projeto seja entregue dentro do orçamento e prazos estabelecidos (Wauters & Vanhoucke, 2014).

A área de gestão de riscos é impactada pela aplicação da IA ao identificar e avaliar os riscos do projeto, no desenvolvimento de estratégias que possam mitigá-los, na monitoração contínua dos riscos e na previsão de riscos futuros com base em dados históricos (Saturno & Rabechini, 2024).

A IA identifica e avalia os riscos do projeto ao integrar técnicas de aprendizado de máquina, isso permite uma identificação mais precisa e uma avaliação contínua dos riscos associados aos projetos. Sistemas como o EMAP utilizam dados de múltiplas fontes e históricos de projetos para treinar modelos que podem prever riscos potenciais antes que eles se materializem (Choi, Lee & Kim, 2021). Essa capacidade preditiva pode identificar riscos avaliando severidade e impacto de cada um.

A capacidade da IA de analisar grandes volumes de dados suporta o desenvolvimento de estratégias proativas para a mitigação de riscos. Algoritmos podem sugerir diferentes cenários de resposta com base na probabilidade e no impacto dos riscos identificados, o que auxilia os gestores na escolha das melhores abordagens para reduzir ou eliminar potenciais ameaças (Choi, Lee & Kim, 2021). Essas estratégias são continuamente refinadas à medida que o sistema aprende com novos dados e situações, melhorando a eficácia das medidas de mitigação ao longo do tempo.

Utilizando sensores, dados em tempo real e aprendizado de máquina, os sistemas baseados em IA realizam uma monitoração constante das condições do projeto. Esta abordagem detecta mudanças que podem indicar o desenvolvimento de riscos, e também possibilita respostas imediatas. A capacidade de monitorar e responder a condições dinâmicas reduz as chances de problemas se tornarem crises, mantendo o projeto em conformidade com os prazos e orçamentos previstos (Li & Mo, 2021).

Por fim, a IA desempenha também a previsão de riscos futuros, integrando dados históricos e aplicando modelos preditivos, como redes neurais, para antecipar possíveis cenários de risco. Essa análise preditiva é essencial em projetos, onde as decisões precisam considerar o estado atual e projeções futuras de desempenho, custos e possíveis interrupções. Assim, os

gestores podem planejar com antecedência, preparando-se melhor para contingências que possam surgir (Badiru & Sieger, 1998).

Entretanto, apenas 16% das empresas iniciaram os trabalhos de implementação da IA em seus processos e projetos (Tominic, Oreski & Rozman, 2023). Considerando que as empresas estão no âmbito da intenção da utilização da IA (Tominic, et al., 2023), é necessário investigar se as pessoas que trabalham com projetos aceitam e tem intenção de utilizar essa tecnologia, e como eles pretendem o fazer.

O estudo da aceitação de tecnologia tem sido abordado na literatura por meio de modelos teóricos como: o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) (Davis, 1989); a Teoria da Ação Racional (TRA) (Ajzen, 2011); a Teoria do Comportamento Planejado (TPB) (Ajzen, 2011); a Teoria Social Cognitiva (SCT) (Bandura, 2001); o Modelo Combinado TAM e TPB (C-TAM-TPB) (Taylor & Todd, 1995); a Teoria da Difusão da Inovação (IDT) (Moore & Bensabat, 1991); o Modelo de Utilização de Computadores Pessoais (MPCU) (Thompson, Higgins & Howell, 1991) e o Modelo Motivacional (MM) (Davis, Bagozzi & Warshaw, 1992). No entanto, essa variedade de teorias era específica para cada área de interesse, contando com limitações tecnológicas e metodológicas (Brown, Venkatesh, & Hoehle, 2015), levou ao desenvolvimento do Modelo Unificado de Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT), que integra e expande essas teorias (Venkatesh et al., 2003).

O UTAUT sugere que quatro principais fatores determinam a aceitação e o uso de uma tecnologia: a Performance Expectancy (ED — expectativa de desempenho), a Effort Expectancy (EE — expectativa de esforço), a Social Influence (IS — influência social) e as Facilitating Conditions (CF — condições facilitadoras).

Expectativa de Desempenho (ED) refere-se ao grau em que o colaborador acredita que usar uma determinada tecnologia o ajudará a alcançar ganhos no desempenho de suas tarefas. Quanto maior a expectativa de que uma tecnologia aumentará a eficiência e eficácia do trabalho, maior será a intenção de usá-la (Venkatesh et al., 2003).

Expectativa de Esforço (EE) diz respeito ao grau de facilidade associado ao uso da tecnologia. Tecnologias percebidas como fáceis de usar são mais propensas a serem adotadas, pois requerem menos esforço e tempo de aprendizagem, o que reduz as barreiras à sua utilização (Venkatesh et al., 2003).

Influência Social (IS) refere-se ao grau em que o colaborador percebe que pessoas importantes para ele acreditam que ele deveria usar a nova tecnologia. Segundo Venkatesh et al. (2003), a pressão social, seja de colegas, superiores ou da cultura organizacional, pode

influenciar significativamente a intenção de adotar uma nova tecnologia, especialmente em contextos em que a conformidade social é valorizada.

Condições Facilitadoras (CF) dizem respeito ao grau em que o colaborador acredita que existe uma infraestrutura organizacional e suporte técnico adequados para o uso da tecnologia. Venkatesh et al. (2003) destacam que a percepção de suporte técnico, disponibilidade de recursos e treinamento adequado são cruciais para a transição bem-sucedida para novas tecnologias.

As hipóteses deste trabalho seguirão as componentes principais do UTAUT. Sendo assim, baseado nos componentes principais de Venkatesh et al. (2003), são propostas as hipóteses (H1 a H9) desse trabalho.

Considerando que gerentes de projeto acreditam que a IA pode melhorar a eficiência e eficácia da gestão de projetos estarão mais propensos a utilizar ferramentas de IA., elabora-se a H1:

H1: A Expectativa de Desempenho afeta positivamente a Intenção Comportamental de adoção da IA no gerenciamento de projetos

Considerando que quanto mais fácil for a utilização das ferramentas de IA no gerenciamento de projetos, mais propensos a adotá-las os gestores estão., elabora-se a H2:

H2: A Expectativa de Esforço afeta positivamente a Intenção Comportamental de adoção da IA no gerenciamento de projetos

Considerando que gerentes de projetos tendem a adotar a IA em seus projetos quando percebem outros colegas utilizando essas ferramentas, elabora-se a H3:

H3: A Influência Social afeta positivamente a Intenção Comportamental de adoção da IA no gerenciamento de projetos

Considerando que a existência de condições facilitadoras, tais quais recursos e treinamentos organizacionais ou suporte técnico dedicado, aumentam a probabilidade do gestor de projetos de adotar IA para gerenciar projetos, elabora-se a H4:

H4: As Condições Facilitadoras afetam positivamente a Intenção Comportamental da adoção IA no gerenciamento de projetos

Os mesmos componentes principais do UTAUT podem afetar a adoção de fato da IA no gerenciamento de projetos diretamente. Propondo-se, portanto, as hipóteses de H5 a H8:

H5: A Expectativa de Desempenho afeta positivamente a adoção de fato da IA no gerenciamento de projetos

H6: A Expectativa de Esforço afeta positivamente a adoção de fato da IA no gerenciamento de projetos

H7: A Influência Social afeta positivamente a adoção de fato da IA no gerenciamento de projetos

H8: As Condições Facilitadoras afetam positivamente a adoção de fato da IA no gerenciamento de projetos

Por consequência das tendências de aumento positivo na Intenção Comportamental da adoção da IA no gerenciamento de projetos, é esperado que essa tecnologia seja adotada de fato. Portanto, elabora-se a H9:

H9: A Intenção Comportamental afeta positivamente a adoção de fato da IA no gerenciamento de projetos

No contexto da adoção de IA em gerenciamento de projetos, o UTAUT se mostra relevante, pois permite identificar como os gerentes de projeto percebem a utilidade da IA em melhorar a eficiência e a eficácia dos processos de gerenciamento, além da facilidade com que podem integrar essa tecnologia em suas rotinas diárias. Dessa forma, o UTAUT oferece base teórica para explorar e explicar os fatores que influenciam a adoção de IA no gerenciamento de projetos, destacando a importância de abordar tanto os aspectos funcionais quanto os de usabilidade da tecnologia para assegurar sua aceitação e uso com sucesso.

Conforme apresentado na literatura acima, as quinze hipóteses (H1 a H15) estão ilustradas na Figura 15 abaixo:

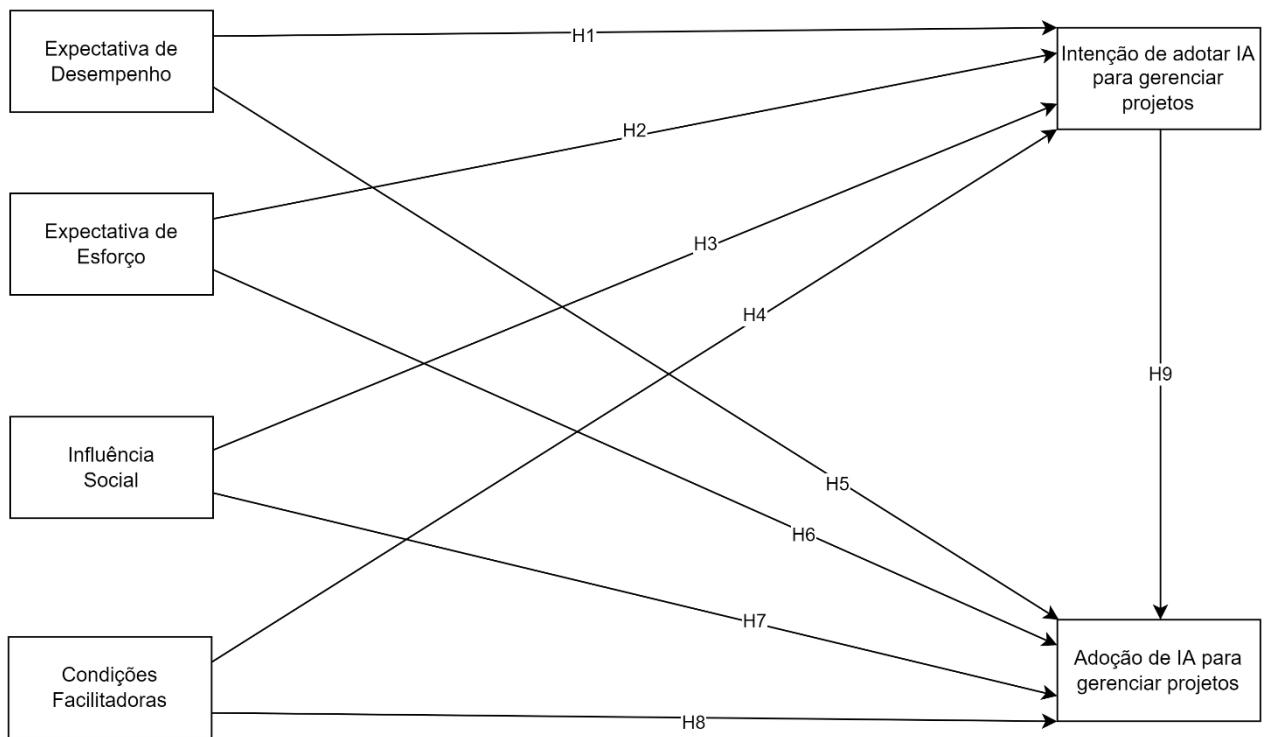


Figura 15 — Hipóteses

Fonte: Autores.

Essas hipóteses foram validadas por meio de uma pesquisa, descrita na próxima seção. O design do questionário é orientado pelas recomendações de Fink (2017), que enfatizam a necessidade de perguntas claras e precisas para garantir a validade e a confiabilidade dos dados. A aplicação de um questionário digital, conforme proposto por Dillman, Smyth e Christian (2014), facilita a coleta de dados e permite um alcance mais amplo de participantes. A escolha do método de pesquisa baseia-se em sua eficácia comprovada na literatura, com orientação metodológica de Fink (2017), Dillman et al. (2014) e Creswell e Creswell (2018).

8.3 METODOLOGIA

O método de pesquisa por survey é particularmente adequado para este estudo, pois permite a coleta sistemática e eficiente de dados de indivíduos, proporcionando uma compreensão abrangente do nível de conhecimento e das percepções dos gerentes de projeto em relação à IA. O uso de surveys em pesquisas está fundamentado na literatura, como destacado por Fink (2017), que enfatiza a importância do design cuidadoso do questionário para garantir a validade e a confiabilidade dos dados coletados.

Dillman, Smyth e Christian (2014) oferecem uma abordagem para o design de surveys, focando na estrutura do questionário e na maximização das taxas de resposta. Essa abordagem é essencial para a pesquisa atual, pois a coleta de dados será realizada por meio de questionários digitais distribuídos via formulários online. A natureza online da survey facilita a distribuição e o alcance dos respondentes, considerando a dispersão geográfica e a diversidade dos gerentes de projeto.

O uso de surveys é uma metodologia para pesquisas em gestão, como indicado por Bryman e Bell (2015), que discutem a importância das surveys no contexto de estudos organizacionais. Eles argumentam que as surveys permitem a compreensão das atitudes e percepções dos indivíduos, proporcionando insights para pesquisas aplicadas aos contextos de negócios e gestão. A pesquisa qualitativa em surveys também é apoiada por autores como Creswell e Creswell (2018), que enfatizam a importância de contextualizar dados quantitativos com insights qualitativos para uma compreensão mais profunda das percepções e atitudes dos respondentes.

Uma survey reúne informações quantitativas de uma população estudada por meio de questionamento direto dos indivíduos (Pinsonneault & Kraemer, 1993). A população escolhida para responder a survey foi de gerentes de projeto e pessoas que atuam em projetos, de diferentes níveis de profissionalismo, sem limitar as áreas de expertise com o intuito de abranger óticas variadas sobre a utilização de IA. A coleta de dados foi realizada com uma amostra dessa população.

Para testar o relacionamento entre as variáveis independentes (Expectativa de Desempenho, Expectativa de Esforço, Influência Social, Condições Facilitadoras) afetando positivamente as variáveis dependentes (Intenção Comportamental de adotar IA, Adoção de IA de fato), com as variáveis moderadoras (Gênero, Idade e Experiência) influenciando esses relacionamentos, conforme indicado nas hipóteses H1 a H9, a abordagem selecionada foi de *Structural Equation Modelling* (SEM — Modelo de equações estruturais). Byrne (2016)

descreve o SEM como um conjunto abrangente e flexível de técnicas que permitem aos pesquisadores testar um conjunto de relações entre uma ou mais variáveis independentes, e uma ou mais variáveis dependentes, controlando os erros de medida. No contexto do modelo para adoção da IA no gerenciamento de projetos, o SEM é apropriado porque estão envolvidas quatro variáveis independentes, duas variáveis dependentes (intenção de adotar IA, adoção de IA) e três variáveis moderadoras (gênero, idade e experiência). O SEM permite testar todas as relações simultaneamente e examinar os efeitos diretos e indiretos.

O software G*Power (versão 3.1.9.7) foi utilizado para calcular o tamanho mínimo da amostra. Seguindo as recomendações de Hair, Sarstedt, Hopkins e Kuppelwieser (2014), a força do teste foi definida como 0.90, o tamanho do efeito médio (f^2) como 0.15, o nível de significância do erro alpha como 0.05. A configuração do tipo de análise como “a priori” indica que o número da amostra foi calculado antes do estudo.

Para identificação do número de preditores testados, foram analisadas as hipóteses de H1 a H4 que possuem as relações independentes. As hipóteses de H1 a H4 testam o efeito de quatro variáveis independentes na intenção comportamental da adoção da IA. As hipóteses de H5 a H8 também possuem a mesma quantidade de efeitos das variáveis independentes na adoção da IA, o que indica um número de preditores de 4.

Com a definição do SEM para realizar as análises, é justificada a escolha do uso de teste estatístico de regressão linear múltipla, dada a necessidade de testar a significância das interações das hipóteses e as moderações.

As configurações utilizadas no software estão especificadas na Tabela 20 e são descritas em inglês visando assertividade na replicabilidade, considerando a linguagem original do software:

Parâmetros configurados	Valores atribuídos
Test Family	F Tests
Statistical test	Linear multiple regression: Fixed model, R ² deviation from zero
Type of power analysis	A priori
Effect size f^2	0.15
α err prob	0.05
Power (1- β err prob)	0.90
Number of predictors	4

Tabela 20 — Parâmetros do software G*Power

Fonte: Autores

Os resultados apontados no cálculo executado no G*Power, na versão 3.1.9.7, relevam que o número mínimo de participantes da pesquisa deve ser de 108 pessoas. Como forma de dar mais consistência ao modelo, este valor calculado pelo G*Power deve ser dobrado (Ferreira Neto, Castro e Sousa Filho, 2020), o que resultaria em uma amostra de 216 pessoas respondentes.

A pesquisa foi estruturada no Google Forms, a Tabela 21 apresenta o questionário utilizado para coletar as informações, que foi disponibilizado em português. As perguntas que compõem o questionário foram desenvolvidas com base em revisão de literatura e bibliometria sobre as contribuições da inteligência artificial na gestão de projetos (Saturno & Rabechini, 2024), a utilização do UTAUT (Venkatesh et al., 2003).

Vale ressaltar que as perguntas do questionário são adequadas para pesquisas com empresas de diferentes setores, pois são baseadas no conhecimento de IA. No entanto, sua aplicação em amostras do mesmo setor pode não abranger as variedades esperadas quando comparadas a amostras de diferentes ramos industriais. Os indivíduos que serviram como unidade de análise para esta etapa foram gerentes de projeto, uma vez que a responsabilidade pela tomada de decisões em relação à adoção de técnicas de inteligência artificial recai sobre esses profissionais.

Foram utilizadas perguntas baseadas em uma escala Likert de 5 pontos para a análise quantitativa desta pesquisa. Para as perguntas de expectativa de desempenho, expectativa de esforço, influência social, condições facilitadoras e algumas das perguntas de intenção de uso foi utilizada uma escala Likert padrão de 5 pontos variando entre “discordo totalmente” até “concordo totalmente”. Para as demais perguntas de intenção de uso foi utilizada uma escala Likert de 5 pontos baseada no uso passado-futuro, variando entre “não me interessa a utilização” até “utilizo com frequência”, onde os pontos intermediários destacam um crescente interesse na utilização da IA no gerenciamento de projetos, considerando o domínio da tecnologia.

A escala de uso passado-futuro oferece uma visão integrada do comportamento do usuário, essencial para prever padrões de uso e adaptação futuros. A inclusão de múltiplos pontos no tempo (passado, presente e futuro) permite que empresas e pesquisadores avaliem o ciclo de vida da tecnologia adotada. Por exemplo, entender quantos usuários planejam continuar usando um produto no futuro pode fornecer insights valiosos sobre a longevidade e a fidelidade do usuário, conforme discutido por Hinkin (1998) na avaliação de medidas comportamentais.

Essa escala foi adaptada dos trabalhos de Ajzen (1991), Straub, Limayem e Karahanna-Evaristo (1995), Hinkin (1998). A escala de Ajzen (1991) utiliza de concordância com a probabilidade de adotar um comportamento específico no futuro próximo. Straub et al. (1995) medem a utilização de sistemas de informação focando tanto no passado quanto no futuro, baseando-se na frequência de utilização e intenção de utilização. Hinkin (1998) discute a criação de medidas para pesquisas de questionário, incluindo a importância de medir comportamentos ao longo do tempo. Portanto, sobre a intenção da utilização da IA no gerenciamento de projetos foi adotada uma escala com os pontos:

1. Não me interessa a utilização
2. Quero aprender como utilizar
3. Estou aprendendo como utilizar
4. Estou começando a utilizar
5. Utilizo com frequência

As perguntas utilizadas no questionário foram adaptadas de Venkatesh et al. (2003), Lian e Yen (2014), Martins et al. (2014) e Im et al. (2011). As perguntas e os constructos relacionados, estão apresentados na Tabela 21:

Constructo	ID	Pergunta	Escala
Adoção de IA para Gerenciar Projetos	AI_1	Sobre utilizar IA em projetos	Escala de uso passado-futuro
	AI_2	Sobre utilizar IA para gerenciar cronogramas	Escala de uso passado-futuro
	AI_3	Sobre utilizar IA para gerenciar custos	Escala de uso passado-futuro
	AI_4	Sobre utilizar IA para avaliação e desempenho de projetos	Escala de uso passado-futuro
	AI_5	Sobre utilizar IA para gerenciar valor agregado	Escala de uso passado-futuro
	AI_6	Sobre utilizar IA para sucesso em projetos	Escala de uso passado-futuro
	AI_7	Sobre utilizar IA para gerenciar riscos	Escala de uso passado-futuro

Intenção Comportamental	IC_1	Tenho intenção de utilizar IA nos meus projetos	Escala Likert padrão
	IC_2	Eu prefiro não utilizar a IA nos meus projetos	Escala Likert padrão
	IC_3	Recomendo o uso de IA para os meus colegas de trabalho	Escala Likert padrão
Expectativa de desempenho	ED_1	IA é útil para minhas atividades em projetos	Escala Likert padrão
	ED_2	O uso de IA me permite realizar minhas tarefas mais rapidamente	Escala Likert padrão
	ED_3	O uso de IA me permite realizar minhas tarefas com mais produtividade	Escala Likert padrão
	ED_4	O uso de IA me permite realizar minhas tarefas com mais eficiência	Escala Likert padrão
Expectativa de esforço	EE_1	Minhas interações com a IA em projetos são claras e compreensíveis	Escala Likert padrão
	EE_2	É fácil utilizar IA em projetos	Escala Likert padrão
	EE_3	É fácil dominar a utilização da IA em projetos	Escala Likert padrão
	EE_4	É fácil aprender a utilizar a IA em projetos	Escala Likert padrão
Influência social	IS_1	Pessoas que influenciam o meu comportamento acreditam que devo utilizar IA em projetos	Escala Likert padrão
	IS_2	Pessoas que são importantes para mim acreditam que devo utilizar IA em projetos	Escala Likert padrão
	IS_3	Pessoas no meu ambiente que utilizam IA em projetos tem mais prestígio do que as que não utilizam	Escala Likert padrão
	IS_4	Pessoas no meu ambiente que utilizam IA em projetos são mais notáveis	Escala Likert padrão

	IS_5	Utilizar IA no meu ambiente é símbolo de status	Escala Likert padrão
	IS_6	De forma geral, conheço muitas pessoas que utilizam IA em projetos	Escala Likert padrão
	IS_7	A utilização de IA em projetos é incentivada pela minha organização	Escala Likert padrão
Condições facilitadoras	CF_1	Tenho os recursos necessários para utilizar IA em projetos	Escala Likert padrão
	CF_2	Tenho o conhecimento necessário para utilizar IA em projetos	Escala Likert padrão
	CF_3	A experiência de usar IA em projetos é similar a utilizar IA em outras áreas	Escala Likert padrão
	CF_4	Se eu tiver problemas para utilizar IA em projetos, alguém na organização pode me auxiliar	Escala Likert padrão
	CF_5	IA em projetos não se aplica na minha realidade	Escala Likert padrão

Tabela 21 — Questionário**Fonte:** Autores

As pessoas que trabalham com projetos que responderam no questionário que já utilizam a IA também preencheram perguntas dissertativas sobre a maneira com que a IA é aplicada no gerenciamento de projetos. Entender como essa tecnologia pode ser utilizada vai além da intenção de uso, e fornece conhecimento mais aprofundado para a adoção real da IA no gerenciamento de projetos, tendo em vista que pode ser sociavelmente aceitável dizer que há intenção de uso.

Um software amplamente utilizado para realizar análises de SEM é o SmartPLS (Ringle et al., 2005), para realizar os cálculos de mínimos quadrados parciais. Pillai e Sivathanu (2020) e Hair et al. (2014) argumentam a favor da utilização do SmartPLS para a análise e visualização dos resultados da pesquisa. De acordo com a própria fabricante do software, ao todo são mais de 20 mil artigos que utilizaram essa ferramenta para análise de resultados de surveys, ao longo de 20 anos. Nesse artigo foi utilizada a versão 4.1.0.8 do SmartPLS, seguindo as orientações de Ringle, Silva e Bido (2014). O detalhamento dos resultados, junto com a análise, será apresentado na próxima seção.

8.4 DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção será discutido o resultado encontrado no SmartPLS 4.1.0.8, seguindo o objetivo da metodologia de pesquisa, conforme detalhado na seção 8.3.

No total foram 234 respondentes na pesquisa survey executada via Google Forms. O primeiro passo foi fazer o download da base de dados em Excel para poder importar no software SmartPLS. A partir desse ponto, foi necessário replicar as hipóteses no software PLS para a execução do algoritmo PLS-SEM. As hipóteses replicadas no software ficaram conforme exibido na Figura 16 abaixo, onde os constructos são representados pelos círculos azuis e as variáveis observadas são representadas pelos quadrados amarelos:

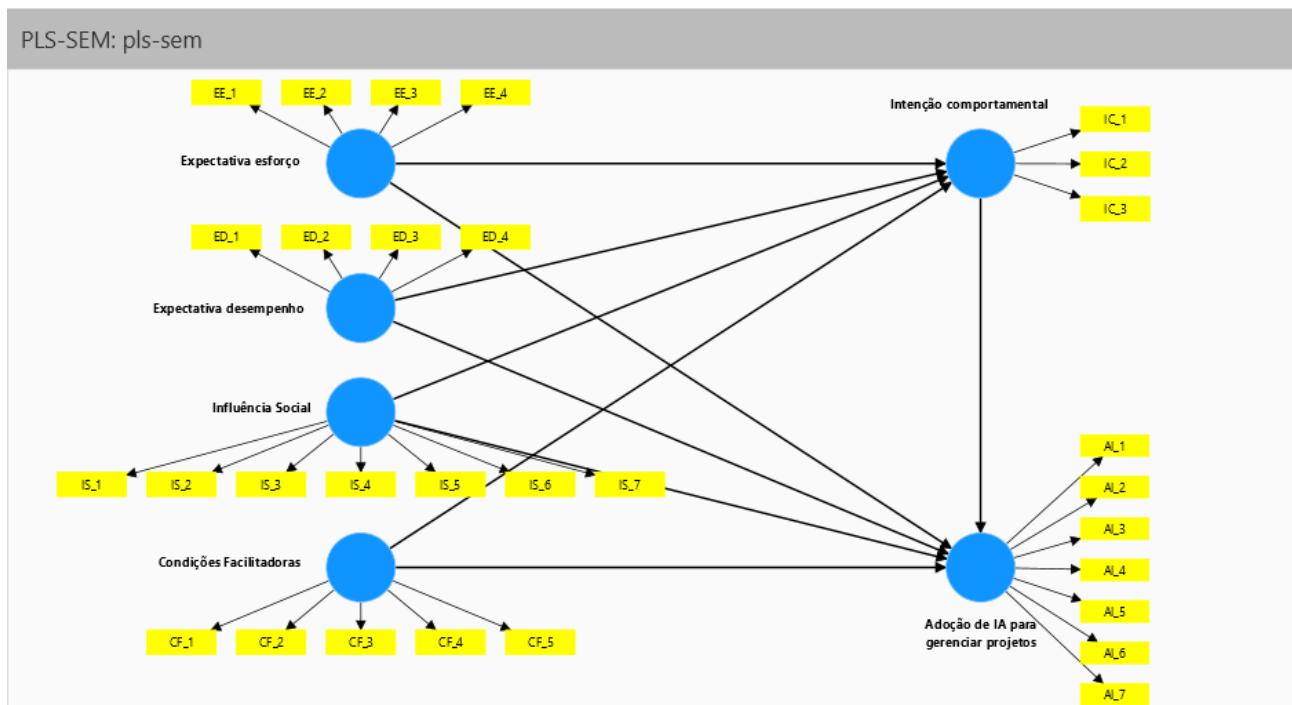


Figura 16 — Modelo Estrutural considerando todas as variáveis observadas e constructos
Fonte: Autores

Em seguida, foi executado o algoritmo PLS-SEM. O primeiro ponto de observação a ser avaliado são as validades convergentes, as quais são obtidas a partir das variâncias médias extraídas (AVE — Average Variance Extracted), e utiliza-se do critério de Fornell e Lacker para identificar a convergência do modelo a um resultado satisfatório. Esse critério indica que os valores de AVE devem ser maiores do que 0,50 (Ringle, Silva & Bido, 2014)).

A primeira rodada de execução do algoritmo PLS-SEM teve o resultado apresentado na Tabela 22 abaixo:

Constructos	AVE
Expectativa de esforço	0,452
Expectativa de desempenho	0,462
Influência Social	0,339
Condições Facilitadoras	0,265
Intenção comportamental de adotar IA	0,470
Adoção de IA para Gerenciamento de Projetos	0,363

Tabela 22 — Variâncias médias extraídas (AVE) antes dos ajustes do modelo

Fonte: Autores

O detalhe da carga fatorial de cada pergunta para se obter o AVE acima está indicado na Figura 17 abaixo:

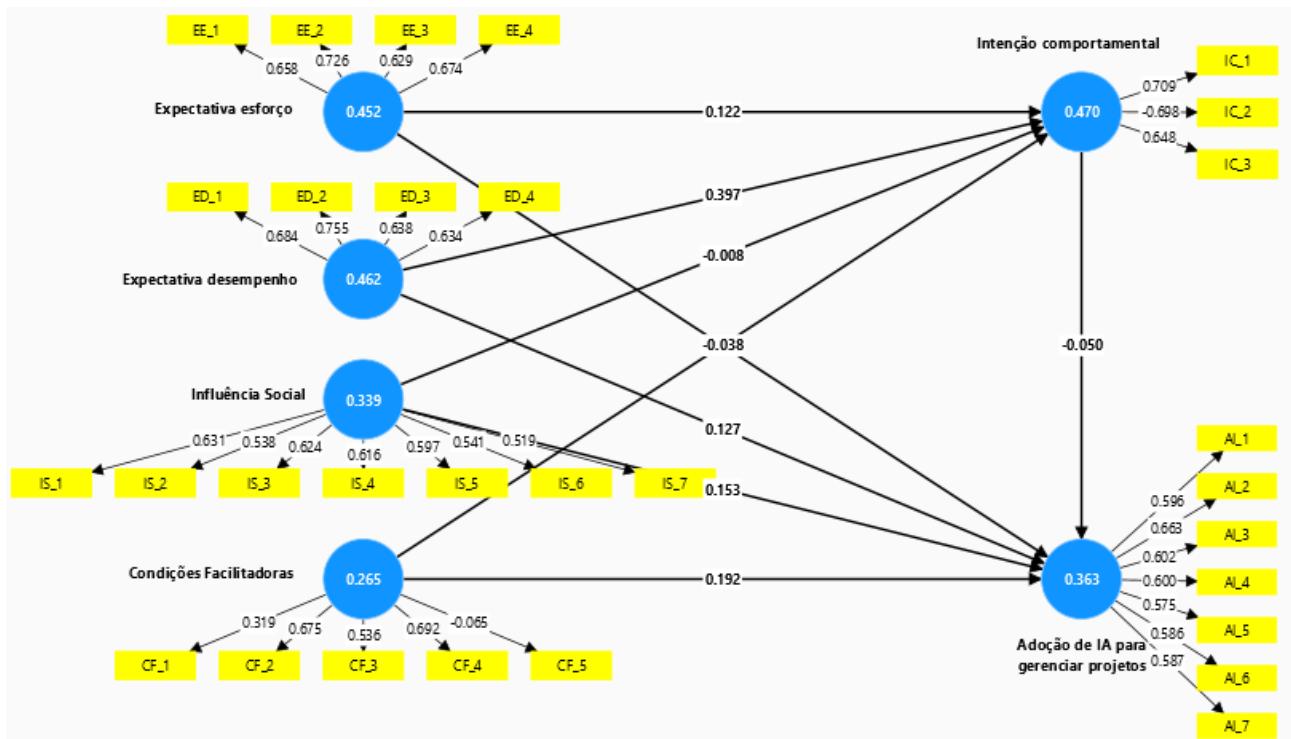


Figura 17 — Resultado cálculo carga fatorial e AVE do modelo estrutural completo
Fonte: Autores

Com esse resultado, iniciou-se o processo de exclusão das perguntas (variáveis observadas) de menor influência no modelo, ou seja, com o valor de carga fatorial menor, até alcançar o AVE sugerido por Fornell e Lacker em todos os constructos do modelo.

Para expectativa de esforço (EE) foi excluída a pergunta EE_3.

Para expectativa de desempenho (ED) foi excluída a pergunta ED_4.

Para influência social (IS) foram excluídas as perguntas IS_1, IS_2, IS_6 e IS_7.

Para condições facilitadoras (CF) foram excluídas as perguntas CF_1, CF_3 e CF_5.

Para intenção comportamental de adotar IA em projetos (IC) foi excluída a pergunta IC_2.

Para adoção de IA para gerenciar projetos (AI) foram excluídas as perguntas AI_2, AI_3, AI_4, AI_5.

Após a finalização de ajuste no modelo, a representação das variâncias médias extraídas foi apresentada na Figura 18:

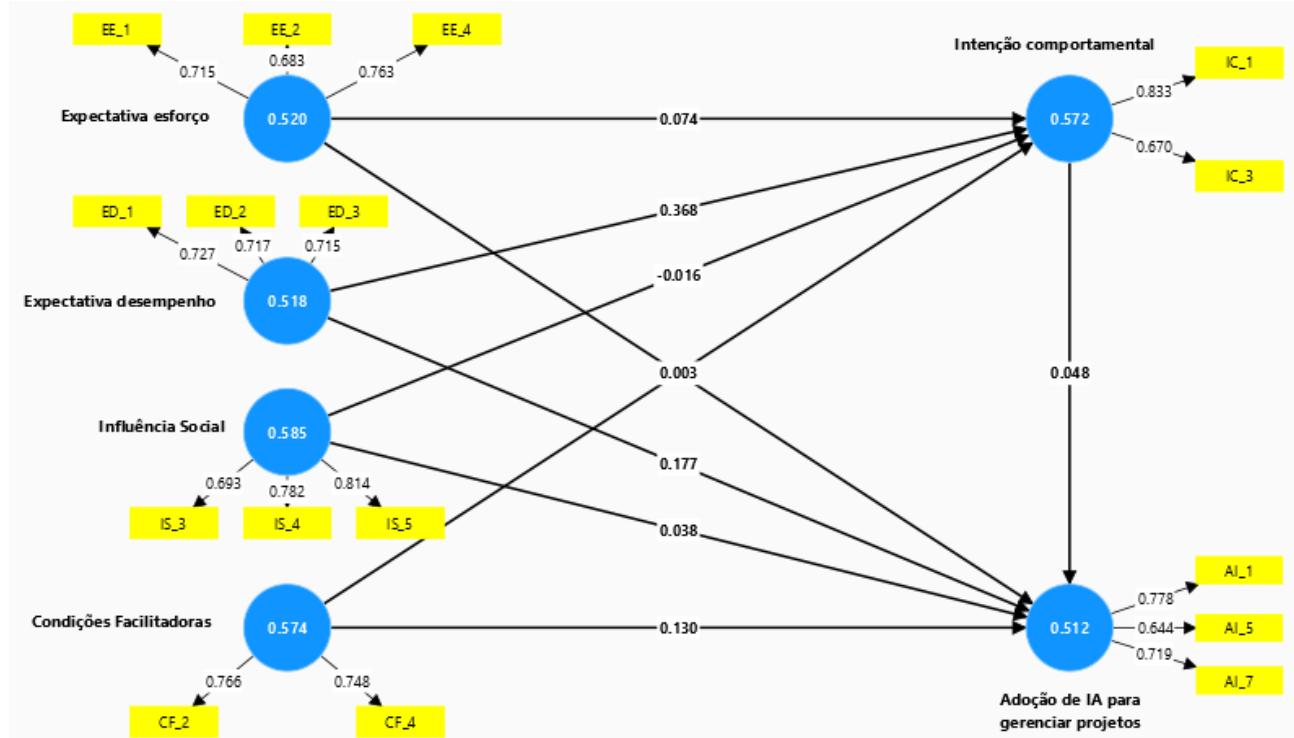


Figura 18 — Resultado cálculo carga fatorial e AVE após ajuste do modelo estrutural

Fonte: Autores

A segunda etapa, é a observação da fidedignidade composta, para isso foi utilizada a métrica de *composite reliability* (CC — confiabilidade composta). De acordo com Hair et al. (2014), valores de CC para pesquisas exploratórias, que são considerados satisfatórios, estão compreendidos entre 0,70 e 0,90. A Tabela 23 abaixo mostra os valores da qualidade de ajuste do modelo após a eliminação das variáveis observadas com valores de cargas fatorais menores.

Constructos	AVE	CC
Expectativa de Esforço	0,520	0,764
Expectativa de Desempenho	0,518	0,763

Influência Social	0,585	0,808
Condições Facilitadoras	0,574	0,729
Intenção Comportamental	0,572	0,725
Adoção de IA	0,512	0,758

Tabela 23 — Variâncias médias extraídas (AVE) e confiabilidade composta (CC) após ajuste do modelo
Fonte: Autores

A terceira etapa é a avaliação da validade discriminante (VD), que é um indicador que considera os constructos como independentes um dos outros. Seguindo as recomendações de Ringle, Silva e Bido (2014), nesse artigo a VD será avaliada seguindo os critérios de Chin (1998) e de Fornell e Larcker (1981).

O critério de Chin avalia se as cargas fatoriais das variáveis observadas são maiores em seus constructos do que em outros (Ringle, Silva & Bido, 2014). Para essa análise, o SmartPLS gera automaticamente um relatório com o valor das cargas cruzadas (*cross loading*). No caso dos resultados encontrados pela pesquisa, o critério de Chin é atendido, conforme exibido na Tabela 24 abaixo:

ID Variável Observada	Adoção de IA para gerenciar projetos	Condições Facilitadoras	Expectativa desempenho	Expectativa esforço	Influência Social	Intenção comportamental
AI_1	0.778	0.189	0.212	0.249	0.030	0.136
IC_3	0.064	0.013	0.256	0.145	0.089	0.670
ED_1	0.240	0.058	0.727	0.256	0.195	0.225
ED_2	0.153	0.078	0.717	0.200	0.273	0.304
ED_3	0.196	0.092	0.715	0.148	0.218	0.296
EE_1	0.175	0.092	0.263	0.715	0.070	0.167
EE_2	0.142	0.167	0.110	0.683	0.044	0.138
EE_4	0.257	0.190	0.211	0.763	0.126	0.081
IS_3	0.074	0.162	0.268	0.155	0.693	0.029
IS_4	0.106	0.127	0.254	0.074	0.782	0.104
IS_5	0.144	0.214	0.233	0.074	0.814	0.096
CF_2	0.154	0.766	0.090	0.154	0.134	0.036
CF_4	0.146	0.748	0.071	0.160	0.201	0.047
AI_5	0.644	0.143	0.149	0.104	0.129	0.116
AI_7	0.719	0.090	0.214	0.204	0.183	0.091
IC_1	0.165	0.063	0.321	0.124	0.081	0.833

Tabela 24 — Resultado para o Critério de Chin (1998)
Fonte: Autores

O critério de Fornell-Larcker compara as raízes quadradas dos valores das AVEs (diagonal principal da tabela abaixo) com os valores das correlações entre os constructos. A correlação entre os constructos deve ser menor que as raízes quadradas dos valores das AVEs para que a VD esteja de acordo com o critério de Fornell-Larcker (Ringle, Silva & Bido, 2014). Para essa análise, o SmartPLS também gera automaticamente um relatório com essa comparação. No caso dos resultados encontrados pela pesquisa, o critério de Fornell-Larcker é atendido, conforme exibido na Tabela 25 abaixo:

	Adoção de IA para gerenciar projetos	Condições Facilitadoras	Expectativa desempenho	Expectativa esforço	Influência Social	Intenção comportamental
Adoção de IA para gerenciar projetos	0.716					
Condições Facilitadoras	0.198	0.757				
Expectativa desempenho	0.272	0.107	0.720			
Expectativa esforço	0.272	0.207	0.277	0.721		
Influência Social	0.149	0.220	0.318	0.116	0.765	
Intenção comportamental	0.159	0.054	0.384	0.174	0.110	0.756

Tabela 25 — Resultado para o Critério de Fornell-Larcker (1981)
Fonte: Autores

Como ambos os critérios utilizados para avaliação da VD foram atingidos, é possível partir para a análise do modelo estrutural. A primeira análise é a avaliação dos coeficientes de determinação de Pearson (R^2) (Ringle, Silva & Bido, 2014). Os coeficientes R^2 avaliam a porção da variância dos constructos explicados pelo modelo estrutural. Cohen (1988) indica três níveis de efeito para pesquisas na área de ciências sociais e comportamentais, que é o caso da intenção

de adoção de um comportamento específico na área de gerenciamento de projetos: para um R^2 na faixa de 2% é considerado um efeito pequeno; R^2 na faixa de 13% indica um efeito médio; R^2 na faixa dos 26% indica um efeito grande.

Utilizando o SmartPLS para o cálculo, a explicação R^2 , garantindo a VD, ficou conforme apresentado na figura abaixo:

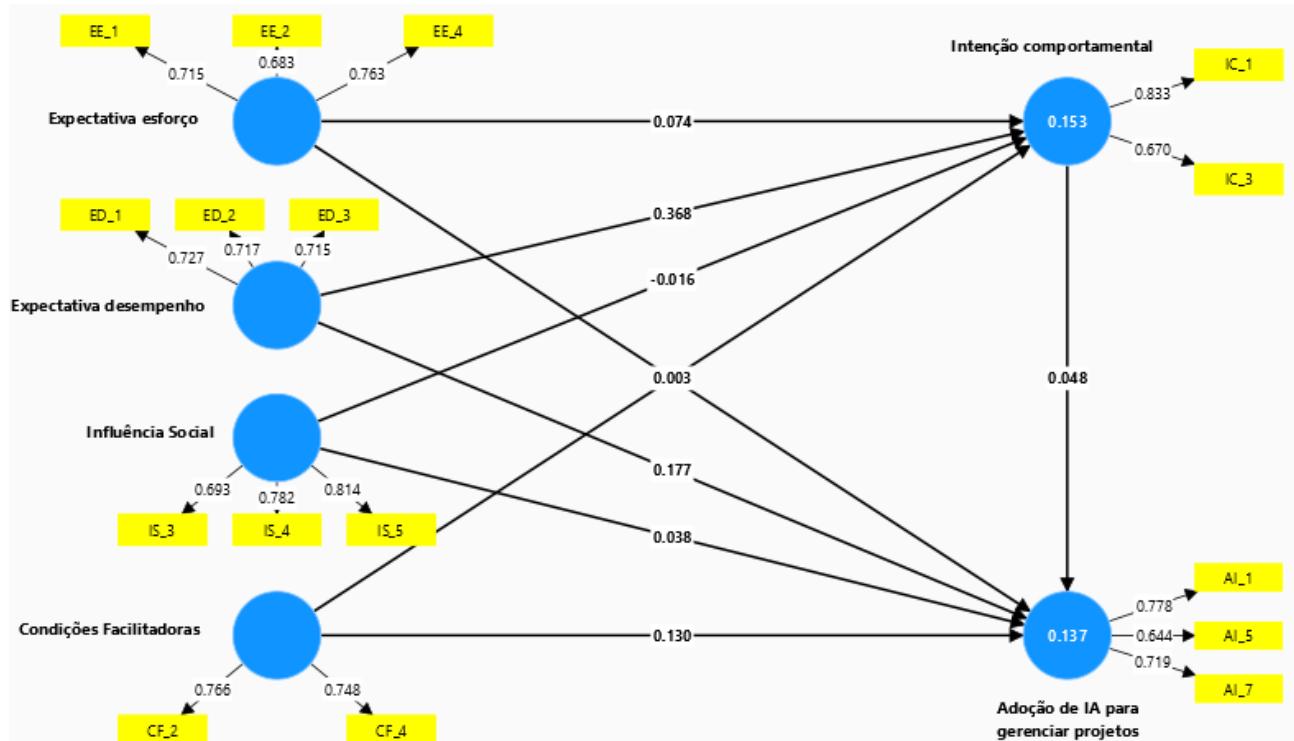


Figura 19 — Resultado cálculo carga fatorial e R^2 após ajuste do modelo estrutural
Fonte: Autores

A Tabela 26 abaixo consolida o resultado do modelo após os ajustes, com um R^2 indicando efeito médio do modelo UTAUT para a intenção comportamental de adotar IA para gerenciar projetos e para a adoção de fato da IA no gerenciamento de projetos.

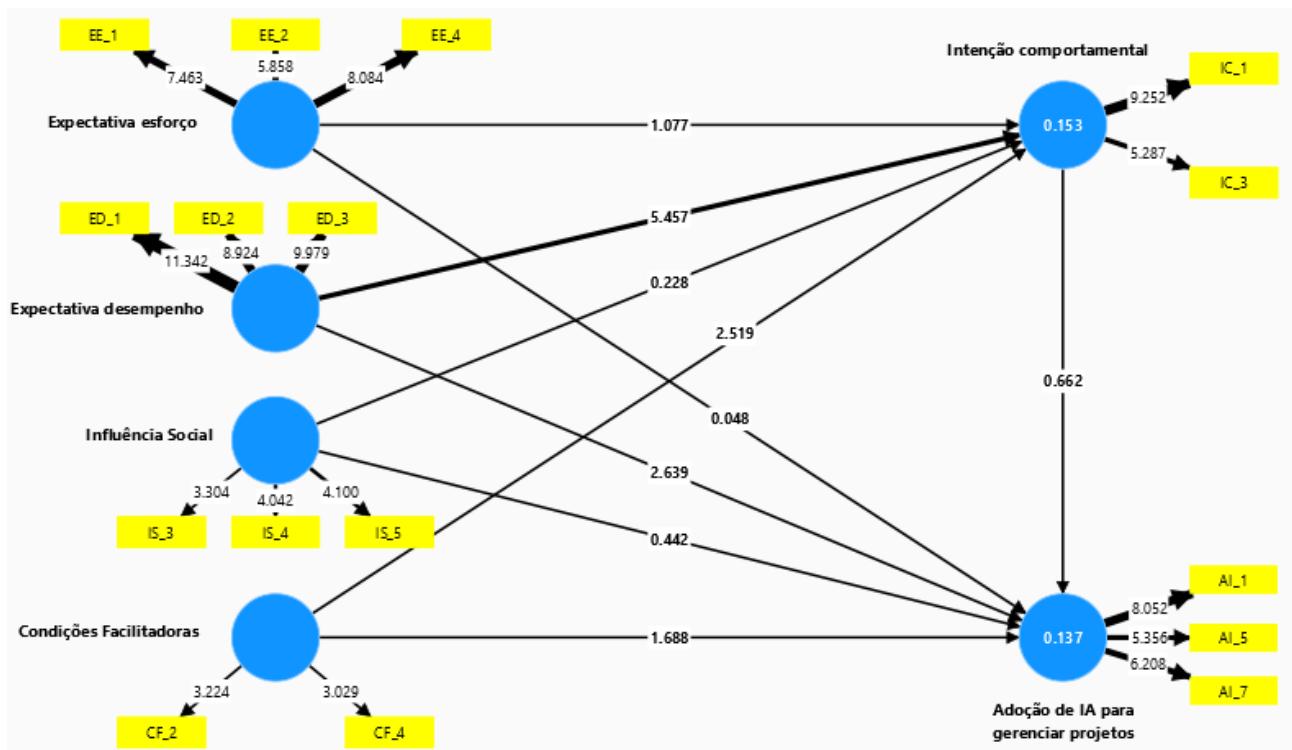
Constructos	AVE	CC	R^2
Expectativa de Esforço	0,520	0,764	-----
Expectativa de Desempenho	0,518	0,763	-----
Influência Social	0,585	0,808	-----
Condições Facilitadoras	0,574	0,729	-----
Intenção Comportamental	0,572	0,725	0,153

Adoção de IA	0,512	0,758	0,137
--------------	-------	-------	-------

Tabela 26 — Resultado do modelo**Fonte:** Autores

Para testar a significância das relações, utiliza-se o módulo Bootstrapping, que é uma técnica de reamostragem disponibilizada no SmartPLS (Ringle, Silva & Bido, 2014). O cálculo feito no SmartPLS foi completo, considerando uma amostra de 5000 para o teste de significância. Para considerar uma relação como significante, o valor de P tem que ser menor que 0,05.

O resultado gráfico está exibido na Figura 20:

**Figura 20 — Resultado Bootstrapping****Fonte:** Autores

A Tabela 27 mostra o resultado de todos os efeitos calculados pelo modelo:

Hipótese s	Hipóteses descritas	Amostrage m original (AO)	Média amostragem (M)	Desvio padrão (DesPad)	T (AO/DesPad)	valores P valores
H1	Expectativa desempenho ->	0.368	0.370	0.067	5457	0.000

	Intenção comportamental						
H2	Expectativa esforço -> Intenção comportamental	0.074	0.078	0.068	1077	0.141	
H3	Influência Social -> Intenção comportamental	-0.016	-0.001	0.070	0.228	0.410	
H4	Condições Facilitadoras -> Intenção comportamental	0.003	0.006	0.071	0.048	0.481	
H5	Expectativa desempenho -> Adoção de IA para gerenciar projetos	0.195	0.194	0.065	2981	0.001	
H6	Expectativa esforço -> Adoção de IA para gerenciar projetos	0.186	0.187	0.072	2599	0.005	
H7	Influência Social -> Adoção de IA para gerenciar projetos	0.037	0.044	0.085	0.434	0.332	
H8	Condições Facilitadoras -> Adoção de IA para gerenciar projetos	0.131	0.142	0.077	1700	0.045	
H9	Intenção comportamental -> Adoção de IA	0.048	0.043	0.073	0.662	0.254	



Tabela 27 — Todos os efeitos do modelo

Fonte: Autores

De acordo com os resultados apresentados na Figura 20 e na Tabela 27, é perceptível que os P valores comprovados pela amostra estão nas influências de:

- expectativa de desempenho em intenção comportamental da adoção de IA (H1);
- expectativa de desempenho em adoção de IA para gerenciar projetos (H5);
- expectativa de esforço na adoção de IA para gerenciar projetos (H6).
- condições facilitadoras em adoção de IA para gerenciar projetos (H8);

Portanto, os resultados indicam que as hipóteses H1, H5, H6 e H8 são confirmadas, enquanto as hipóteses H2, H3, H4, H7 e H9 são refutadas.

As hipóteses H1 e H5 são relacionadas a expectativa de desempenho, o único constructo que teve influência comprovada tanto para a intenção comportamental quanto para a adoção de fato. Essa observação indica que o fator mais relevante, para as pessoas que buscam adotar IA para gerenciar projetos, é a expectativa de desempenho, especialmente quando: a consideram útil para suas atividades em projetos; consideram que sua utilização permite a realização das tarefas mais rapidamente; e que a sua utilização permite a realização das tarefas com mais produtividade.

A hipótese H6 está atrelada a expectativa de esforço para a adoção de IA no gerenciamento de projetos, isto é, as pessoas tendem a adotar IA quando: suas interações na utilização de IA são claras e compreensíveis; quando há facilidade na utilização de IA em projetos; e quando é fácil de aprender a utilizar IA em projetos. Como H2 que faz parte do mesmo constructo não teve significância, entende-se que a expectativa de esforço é um fator que tem relevância na decisão final da adoção de IA para gerenciar projetos, mas não se faz um fator crítico para intenção inicial.

A hipótese H8 indica que condições facilitadoras influenciam positivamente na adoção de IA no gerenciamento de projetos. Esse ponto é mais influente quando: as pessoas possuem o conhecimento necessário para utilizar IA em projetos; e quando há alguém na organização com conhecimento para auxiliar em caso de dificuldades. Analogamente a expectativa de

esforço, a H4 também não se fez significante para a intenção comportamental, o que indica que as condições facilitadoras são consideradas especialmente na adoção de fato.

O único constructo que não teve influência significativa na intenção comportamental ou adoção de fato de IA no gerenciamento de projetos foi a influência social. Isso pode ser explicado pelo fato de ser uma aplicação ainda em estágio de exploração. Segundo os respondentes da amostragem dessa pesquisa, utilizar IA não te torna mais notável ou te dá mais prestígio, o foco da utilização está nos benefícios e eficiência que sua utilização traz. Esse fator reforça a importância que os gestores de projetos e profissionais que visam a adoção de IA no seu dia a dia estão sendo mais influenciados por fatores como desempenho e facilidade de uso.

Surpreendentemente, a intenção comportamental não teve um impacto significativo na adoção da IA, fator que contraria as expectativas do modelo UTAUT, que geralmente sugere uma forte relação entre intenção e comportamento. Uma possível explicação para este resultado é que, no caso de tecnologias emergentes como IA, fatores situacionais e pragmáticos podem influenciar mais do que a própria intenção. A implementação pode depender de fatores externos, como a disponibilidade de recursos, políticas organizacionais e o suporte da alta gestão, que não foram capturados diretamente pelo modelo. Outra possibilidade é que a complexidade da tecnologia faça com que, mesmo que exista uma intenção inicial positiva, a adoção de fato seja adiada. Esses achados indicam a necessidade de medidas complementares além da simples avaliação de intenção, como incentivos práticos ou suporte contínuo para que a intenção reflita na adoção de fato.

Cinco das nove hipóteses foram refutadas, entretanto, o modelo UTAUT foi capaz de explicar cerca de 15% da intenção comportamental e adoção de IA no gerenciamento de projetos. Ainda há uma parcela significativa de variância a ser explicada, o que é natural dada a complexidade da tecnologia, da intenção comportamental e de outros fatores. Em todo caso, a explicação de 15% de uma tecnologia emergente em um caso de uso exploratório se faz um pilar relevante da adoção de IA no gerenciamento de projetos.

8.5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi conduzido com o objetivo de investigar o comportamento de pessoas que trabalham com projetos sobre a adoção de IA no gerenciamento de projetos, utilizando da metodologia de survey para coleta de dados, do modelo UTAUT para desenho das hipóteses e a técnica SEM para os cálculos estatísticos. Foi possível encontrar resultados que revelaram que variáveis como expectativa de desempenho, expectativa de esforço e condições facilitadoras têm papéis significativos, enquanto a influência social e a intenção comportamental apresentaram impacto limitado na adoção de fato da IA no gerenciamento de projetos. A partir desses achados, é possível oferecer contribuições teóricas e práticas, e encaminhar sugestões para pesquisas futuras.

Sobre contribuições teóricas, os resultados deste estudo ampliam o entendimento sobre a aplicação do modelo UTAUT em tecnologias emergentes, especialmente a IA. O modelo UTAUT é frequentemente utilizado para prever a adoção de inovações tecnológicas, e este trabalho confirma que alguns de seus constructos centrais, como expectativa de desempenho, expectativa de esforço e condições facilitadoras, são relevantes para explicar o uso de IA no contexto da gestão de projetos. No entanto, a pesquisa também oferece uma perspectiva diferente, ao indicar que a influência social e a intenção comportamental apresentam impacto menos expressivo na adoção prática de IA.

O forte impacto da expectativa de desempenho na intenção comportamental confirma que, para os profissionais de projetos, a percepção de ganho em produtividade e eficiência é fundamental para a decisão de adotar uma nova tecnologia. Este achado se alinha com estudos anteriores que destacam a importância dos benefícios funcionais e de desempenho na adoção de inovações (Venkatesh et al., 2003). Ele sugere que, para tecnologias complexas como a IA, o foco está mais no retorno prático do que em fatores subjetivos, como por exemplo a influência social.

Embora a expectativa de esforço tenha se mostrado significativa para a adoção da IA no gerenciamento de projetos, ela não influenciou diretamente a intenção comportamental. Esse resultado reforça a necessidade de as organizações oferecerem treinamento sobre a IA e facilitar a interação dos usuários com a tecnologia para diminuir barreiras à adoção. A ausência de impacto na intenção comportamental sugere que, no momento inicial, os usuários podem considerar o esforço necessário como secundário, priorizando os ganhos esperados em termos de desempenho.

A ausência de significância da influência social na intenção comportamental e na adoção da IA indica que pressões sociais e normativas têm pouco impacto sobre a adoção de IA no contexto da gestão de projetos. Esse achado é relevante porque desafia suposições tradicionais sobre a importância da influência social na adoção de tecnologias (Venkatesh et al., 2003). No caso da IA, novamente é reforçado que a adoção é guiada por benefícios práticos e funcionais.

As condições facilitadoras tiveram um efeito significativo na adoção de IA, embora seu impacto na intenção comportamental não tenha tido a mesma relevância. Isso destaca a importância de infraestrutura adequada e suporte no processo de adoção. Em muitos casos, mesmo com uma intenção positiva, a adoção pode ser comprometida pela falta de condições operacionais e tecnológicas.

A intenção comportamental não teve um impacto significativo na adoção da IA. Esse resultado sugere que, para tecnologias complexas como a IA, a decisão de uso pode depender de fatores situacionais e pragmáticos além da intenção subjetiva. Embora isso possa parecer contraintuitivo à luz do UTAUT, reforça a ideia de que, em contextos de inovação disruptiva, fatores como políticas organizacionais e infraestrutura podem ter maior peso do que a simples intenção.

Como resultado desse artigo, as variâncias medidas indicam que o modelo proposto possui um poder explicativo significativo, considerando que a adoção de tecnologias disruptivas como a IA envolve uma série de fatores adicionais, muitos dos quais podem não estar diretamente relacionados aos constructos avaliados. A explicação de 15% da variação na intenção e 13,7% na adoção sugere que existem outras variáveis que devem ser exploradas para ampliar a compreensão desse fenômeno, tais como: cultura organizacional; conhecimento técnico sobre a tecnologia; fatores financeiros.

Como implicações práticas, os achados deste estudo oferecem orientações para gestores e líderes organizacionais que desejam promover a adoção de IA na gestão de projetos. Dado o impacto significativo da expectativa de desempenho, é essencial que as organizações demonstrem os benefícios tangíveis da IA. Isso pode incluir a apresentação de estudos de caso, indicadores de produtividade e eficiência, além de exemplos de redução de custo alcançadas com o uso da IA. Essa abordagem ajudará a alinhar as expectativas dos usuários e fortalecer a intenção de adotar a tecnologia.

Embora a expectativa de esforço não tenha influenciado diretamente a intenção, ela foi significativa para a adoção de fato da IA para gerenciar projetos. Assim, as organizações devem investir em capacitação e treinamento contínuo para reduzir as barreiras de uso e aumentar a

familiaridade dos colaboradores com a IA. A orientação adequada para uma área que não tenha conhecimento técnico pode minimizar a percepção de complexidade da tecnologia.

As condições facilitadoras também se mostraram com impacto relevante para a adoção de fato. As organizações devem garantir que há infraestrutura adequada e suporte técnico disponível durante e após a implementação da IA. Isso inclui desde a disponibilidade de recursos financeiros até equipes especializadas que possam auxiliar no processo de integração da tecnologia ao fluxo de trabalho.

O fato de que a intenção comportamental não foi um preditor significativo da adoção sugere que as empresas devem adotar estratégias para transformar a intenção na adoção. Isso pode incluir a capacitação e treinamentos, definição de incentivos organizacionais, monitoramento do progresso e suporte contínuo para que os usuários se sintam seguros com a utilização a tecnologia no dia a dia.

Embora este estudo tenha oferecido contribuições relevantes, algumas limitações devem ser reconhecidas. A pesquisa foi baseada em uma amostra de 234 respondentes brasileiros que possuem experiência com gestão de projetos, o que pode limitar a generalização dos resultados para outros países, contextos e setores. Para superar essa limitação, futuras pesquisas podem expandir a amostra para incluir respondentes de diferentes regiões.

Um dos resultados desse artigo indica que apesar da intenção de adoção da IA para gerenciar projetos, muitas das pessoas ainda não estão de fato adotando. A evolução da adoção pode ser avaliada ao longo do tempo em futuras pesquisas.

Com o intuito de aumentar a explicação do fenômeno, pode-se investigar outras variáveis, como conhecimento técnico do gestor, suporte da alta gestão, percepção de risco e cultura organizacional, que podem influenciar a adoção de IA.

Este estudo conclui que a adoção da IA na gestão de projetos é amplamente determinada por fatores objetivos, como expectativa de desempenho, expectativa de esforço e condições facilitadoras, enquanto a influência social e intenção comportamental apresentam um papel menos expressivo. Esses achados sugerem que as organizações devem priorizar a comunicação dos benefícios da IA e investir em capacitação e infraestrutura para garantir a adoção com produtividade e eficácia. Além disso, é essencial desenvolver estratégias que alinhem intenção e comportamento, incentivando os profissionais a incorporar a IA em suas práticas diárias.

Os resultados contribuem para a literatura ao expandir a aplicação do UTAUT para tecnologias emergentes e oferecem um guia prático para gestores que desejam implementar IA de forma eficaz. A pesquisa também abre caminho para estudos futuros que explorem variáveis

adicionais e contextos diferenciados, ajudando a construir um entendimento mais abrangente sobre os fatores que influenciam a adoção de inovações disruptivas.

9 ESTUDO 4: FRAMEWORK PARA APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Para o Estudo 4 foi desenvolvido um framework que orienta como a inteligência artificial pode ser aplicada ao gerenciamento de projetos. Esse framework é composto pelos resultados do Estudo 1, Estudo 2 e Estudo 3. O framework é um guia baseado nos fatores condicionantes do Estudo 2, considerando os aspectos comportamentais determinantes para adoção da IA em projetos do Estudo 3, aplicados em cada área específica do gerenciamento de projetos encontrada no Estudo 1: cronograma, gestão de valor agregado, avaliação e previsão de desempenho, custos, gestão de riscos e sucesso de projetos.

Esse framework é baseado no modelo lógico apresentado pela Kellogg's Foundation (2004), onde há uma visão sistemática e visual para apresentar a correlação entre os recursos que o praticante possui, as atividades planejadas e os resultados esperados. O modelo é composto por cinco componentes básicos, que podem ser divididos entre “trabalho planejado” (entradas e atividades) e “resultados esperados” (saídas, resultados e impacto).

Sobre o trabalho planejado: as entradas compreendem os recursos utilizados na realização do trabalho, sejam pessoas, empresas ou recursos financeiros; as atividades correspondem ao que é planejado a ser feito com as entradas, são os processos, ferramentas, tecnologia e ações para implementação.

Quanto aos resultados esperados: as saídas são os produtos das atividades; os resultados são as mudanças nos comportamentos, habilidades e nível de funcionalidades dos participantes ou produto; o impacto está relacionado à mudança feita na organização.

A estrutura extraída da Kellogg's Foundation (2004) para o framework proposto está na Figura 21:

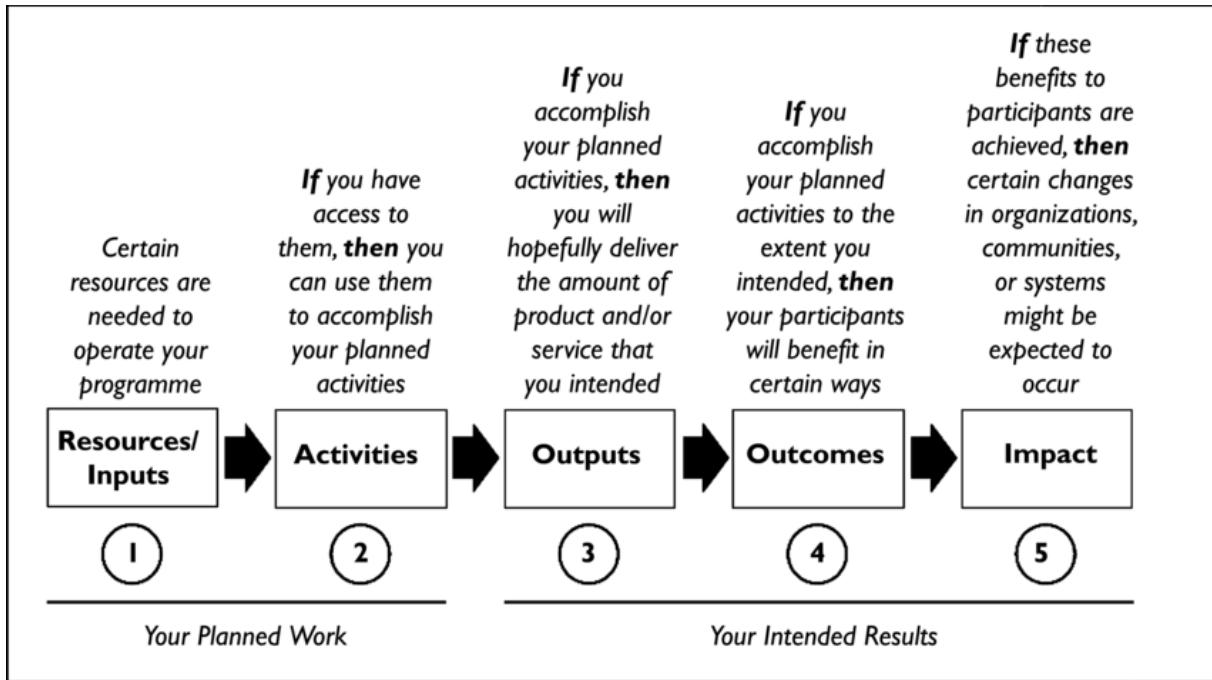


Figura 21 — Modelo lógico Kellogg's Foundation

Fonte: Kellogg's Foundation (2004).

Esse modelo segue uma lógica sequencial em cinco etapas. A etapa 1 diz que são necessários alguns recursos para alcançar seu planejamento. Com acesso nesses recursos, é possível utilizá-los para alcançar as atividades planejadas, na etapa 2. A etapa 3 indica que se foi possível concluir as atividades planejadas, é esperado que haja uma saída ou consequência do produto ou serviço inicial. Isso feito, a etapa 4 diz que com as atividades concluídas e uma saída obtida, é esperado que os participantes ou envolvidos tenham algum resultado com isso, sendo beneficiados de alguma forma. Por fim, na etapa 5, considerando que os resultados/benefícios foram alcançados, como consequência a organização, comunidade ou sistemas devem ter algum impacto.

O framework, que também é o produto técnico-tecnológico da tese, foi desenvolvido de forma genérica, adaptando a proposta da Kellogg's Foundation (2004) para ser aplicado em todas as áreas do gerenciamento de projetos. O framework proposto está ilustrado na Figura 22:

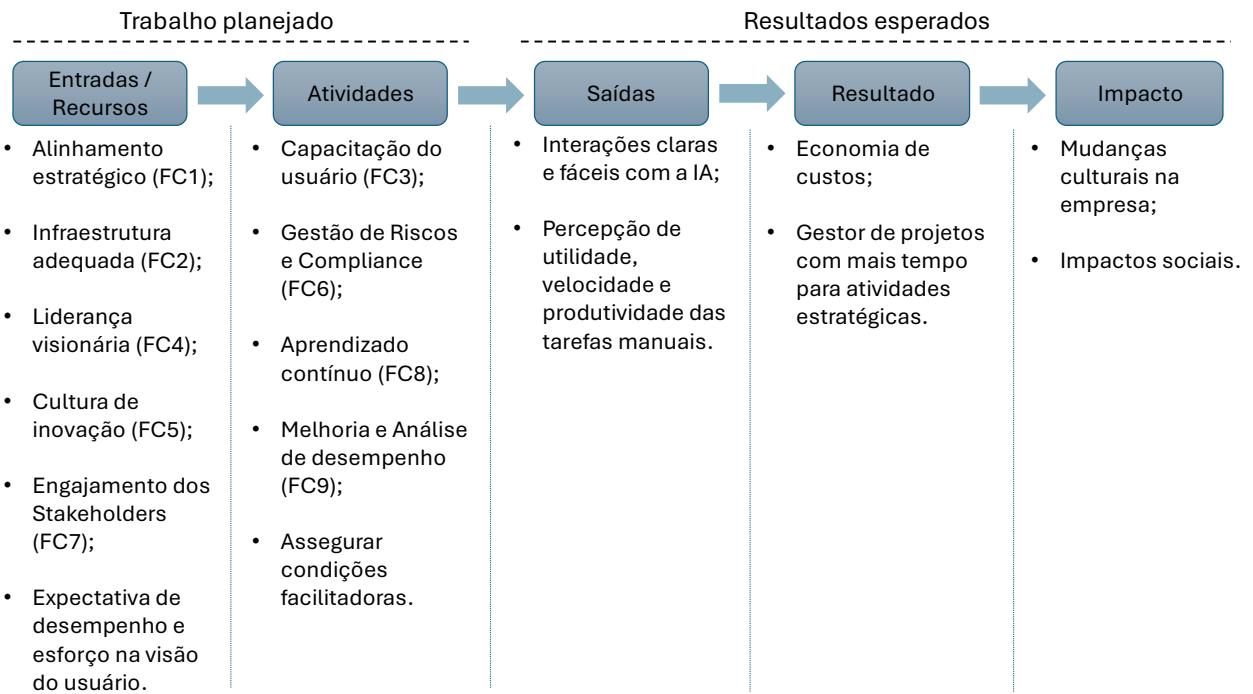


Figura 22 — Framework para adoção de IA no gerenciamento de projetos

Fonte: Autor.

O componente de entradas/recursos é preenchido pelos recursos necessários para adotar IA no gerenciamento de projetos. Os Estudos 2 e 3 apontam os recursos mínimos para adoção bem-sucedida da IA, são eles:

- Alinhamento estratégico (FC1): necessário garantir que a adoção da IA esteja alinhada com os objetivos estratégicos da organização e dos projetos. Isso envolve entender os motivos de adotar a IA, a partir de uma análise de quais metas que a IA ajudará a atingir;
- Infraestrutura adequada (FC2): necessário investir em infraestrutura, seja cloud ou seja hardware (a depender de sua aplicação), atualização de sistemas legado e/ou softwares para suportar a integração com as aplicações de IA;
- Liderança visionária (FC4): os líderes têm papel fundamental na promoção e apoio da adoção de IA, eles são responsáveis por influenciar a cultura organizacional com incentivos a inovação e experimentação das soluções de IA;
- Cultura de inovação (FC5): o ambiente organizacional deve valorizar a inovação, a aprendizagem contínua e adaptação dos usuários. A cultura facilita a adoção de novas tecnologias às práticas do gerenciamento de projetos;

- Engajamento de stakeholders (FC7): é necessário ser transparente com o uso da IA e envolver todas as partes interessadas desde o início do processo de adoção da IA. Isso integra as equipes de projetos e facilita a adaptação e aceitação da tecnologia;
- Expectativa de desempenho na visão do usuário: para a intenção de adotar IA no gerenciamento de projetos a maior influência comportamental está na expectativa que o usuário tem sobre o seu desempenho de suas atividades.

Segundo a leitura do framework, é indicado que tendo esses recursos, é possível utilizá-los para desenvolver atividades planejadas. Para a adoção da IA no gerenciamento de projetos é necessário ter planejado:

- Capacitação do usuário (FC3): oferecer aos gestores/usuários o treinamento e desenvolvimento de competências técnicas sobre a utilização da IA. A familiaridade com a IA e a compreensão de suas capacidades e limitações são essenciais para a sua utilização;
- Gestão de Riscos e Compliance (FC6): é importante adotar estratégias para identificar e mitigar riscos da utilização da IA, incluindo questões éticas, legais e de privacidade de dados;
- Aprendizado contínuo (FC8): implementar mecanismos para coletar feedback das aplicações e realizar os ajustes necessários na IA, com o intuito de garantir que a solução atenda às necessidades dos projetos;
- Melhoria e Análise de desempenho (FC9): desenvolver indicadores e métricas que permitam avaliar o impacto da IA nos projetos, facilitando decisões baseadas em dados;
- Assegurar condições facilitadoras e expectativa de esforço: essas percepções do usuário se fazem importantes nas etapas de adoção de fato da IA para a gestão de projetos. Portanto, deve-se preparar os usuários e o ambiente para garantir que o acesso e a utilização não sejam um impacto negativo para a adoção de IA.

Com as atividades planejadas finalizadas, é esperado que sejam entregues soluções de IA aplicadas ao gerenciamento de projetos. As etapas anteriores sendo cumpridas deve-se ter como saída:

- Interações claras e fáceis com a IA: um usuário bem treinado para a utilização da IA deve sentir facilidade no uso das aplicações e suas interações devem ser claras o suficiente para ele extrair o melhor dessa tecnologia;
- Percepção de utilidade, velocidade e produtividade das tarefas manuais: o usuário deve ter a percepção de que suas atividades, antes manuais, estão mais rápidas. Portanto ele deve se sentir mais produtivo, percebendo a utilidade da IA nas suas tarefas

Alcançando essas saídas após a finalização das atividades, é esperado que os envolvidos sejam beneficiados com os seguintes resultados:

- Economia de custos: a organização deve economizar custos de algumas formas diferentes, seja com a eficiência conquistada, com diminuição de *head count* ou ainda com a utilização objetiva do usuário evitando interações desnecessárias;
- Gestor de projetos com mais tempo para atividades estratégicas: a adoção da IA no gerenciamento de projetos faz com que o gestor consiga focar em atividades que são de fato relevantes ou exigem sua dedicação.

Esses resultados sendo alcançados, é esperado que impactos aconteçam na organização, nos sistemas e na sociedade:

- Mudanças culturais na empresa: a primeira adoção bem-sucedida da IA levará a organização a visualizar essa tecnologia como uma estratégia de negócio. As tomadas de decisão podem ser direcionadas para eficiência e produtividade. Os próprios usuários começarão a identificar em suas rotinas as atividades que podem ser otimizadas com IA;
- Impactos sociais: existem questões éticas e de privacidade de dados que envolvem a IA, seja no treinamento de modelos ou na utilização de soluções prontas. É necessária uma curadoria dos dados utilizados e das interações com a tecnologia para garantir que não haja ofensas, vazamento de informações sigilosas e respostas enviesadas. Os usuários também têm que tomar cuidado com a dependência da tecnologia, entender que ela deve ser utilizada como suporte. Com a automatização de tarefas repetitivas, os indivíduos podem se concentrar em atividades mais criativas, atribuindo maior sentido ao trabalho;

com estratégia adequada e ética para adoção de IA, o ambiente de trabalho pode se tornar mais inclusivo; há potencial redução de sobrecarga de trabalho, especialmente do fenômeno do trabalho em excesso, promovendo um ambiente de trabalho mais saudável.

10 PRODUTO TÉCNICO-TECNOLÓGICO

O produto tecnológico é a consequência final da tese, em forma de framework, alinhando-se às recomendações da CAPES (2019) e classificando-se como Produto Tecnológico não-patenteável, isto é, que não apresenta um mecanismo formal de proteção em território brasileiro. Os produtos tecnológicos que seguem as recomendações da CAPES são analisados quanto aos seguintes critérios: aderência, impacto, aplicabilidade, inovação e complexidade.

Em termos de aderência, o framework proposto estará inserido no contexto dos projetos de “Gestão de projetos e seus impactos nos resultados organizacionais, na linha de pesquisa de “Inovação em Projetos”, inserida dentro do Programa de Pós-graduação em Gestão de Projetos da Universidade Nove de Julho.

Com a utilização de tecnologias que aumentam a eficiência da tomada de decisão humana, há um impacto direto no resultado dos projetos. Portanto, o produto tecnológico tem alto potencial de impacto por trazer resultados que propõem aumentar a confiança das partes interessadas.

Uma tecnologia emergente como a inteligência artificial, com potencial de beneficiar tanto os gestores de projetos como as equipes de projetos, tende a ser cada vez mais explorada por praticantes e pelos pesquisadores. O framework foi desenvolvido de forma que haja uma base sólida e segurança para a adoção dessa tecnologia, portanto a aplicabilidade deste framework é considerada alta.

Por consequência da aplicabilidade, é exigido que os praticantes e pesquisadores possuam capacitação ou conhecimento específico da tecnologia a ser implementada na área de interesse. A extensão da inteligência artificial e constante atualização das tecnologias faz com que a complexidade seja considerada alta.

REFERÊNCIAS

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), 179-211.
- Ajzen, I. (2011). The theory of planned behaviour: Reactions and reflections. *Psychology & Health*, 26(9), 1113-1127.
- Alkaissy, M., Arashpour, M., Golafshani, E. M., Hosseni, M. R., Khanmohammadi, S., Bai, Y., Feng, H. (2023). Enhancing construction safety: machine learning-based classification of injury types. *Safety Science*. 162, 106102
- Al-Jibouri S. & Mawdesley M. (2002). A knowledge based system for linking information to support decision management making in construction. *Journal of Information Technology in Construction*. 7, 83-100
- Al-Tabtabai H. (1997). An expert systems approach for analyzing and forecasting construction project performance. *Kuwait Journal of Science and Engineering*. 24 (2), 265-288
- Al-Tabtabai H. (1998). A framework for developing an expert analysis and forecasting system for construction projects. *Expert Systems with Applications*. 14, 259-273
- Aria M. & Cuccurullo C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*. 11, 959-975
- Arinze B. & Partovi F. Y. (1992). A knowledge-based decision support system for project management. *Computers and Operations Research Journal*. 19 (5), 321-324
- Badiru A. B. & Sieger D. B. (1998). Neural network as a simulation metamodel in economic analysis of risky projects. *European Journal of Operational Research*. 105, 130-142
- Bahí, A., Gharib, J., & Gahi, Y. (2024). Integrating Generative AI for Advancing Agile Software Development and Mitigating Project Management Challenges. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 15(3).
- Bakhshi, R., Moradinia, S.F., Jani, R., Poor, R. V. (2022). Presenting a Hybrid Scheme of Machine Learning Combined with Metaheuristic Optimizers for Predicting Final Cost and Time of Project. *KSCE Journal of Civil Engineer*. 26, 3188-3203
<https://doi-org.ez345.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s12205-022-1424-3>
- Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 1-26.
- Bang S., Aarvold M. O., Hartvig W. J., Olsson N. O. E., Rauzy A (2022). Application of machine learning to limited datasets: prediction of project success, *Journal of Information Technology in Construction*. 27, 732-755
<https://doi.org/10.36680/j.itcon.2022.036>
- Barcaui, A., & Monat, A. (2023). Who is better in project planning? Generative artificial intelligence or project managers?. *Project Leadership and Society*, 4(100101).

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Buah, E., Linnanen, L., Wu, H., Kesse, M. A. (2020). Can Artificial Intelligence Assist Project Developers in Long-Term Management of Energy Projects? The Case of CO₂ Capture and Storage. *Energies*, 13(23), 6259–. <https://doi.org/10.3390/en13236259>
- Brown, S. A., Venkatesh, V., & Hoehle, H. (2015). Technology adoption decisions in the household: A seven-model comparison. *Journal of the Association for Information Systems*, 16(7), 491-517.
- Buchanan, B. G., Sutherland G. L, Feigenbaum, E. A. (1969). Heuristic DENDRAL: a program for generating explanatory hypotheses in organic chemistry. *Machine Intelligence*. Edinburg University Press, Edinburgh. 209-254
- Cabeças A. & da Silva M. (2020). Project management in the fourth industrial revolution. *International Technology Science and Society Review*. 9(2), 79-96
- CAPES — Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (2019). Produção Técnica. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/10062019-producao-tecnica-pdf>
- Chang Y & Liang Y. (2023). Intelligent risk assessment of ecological agriculture projects from a vision of low carbon. *Sustainability*. 15(7), 5765
- Cheng M-Y. & Roy A. (2011). Evolutionary fuzzy decision model for cash flow prediction using time-dependent support vector machines. *International Journal of Project Management*. 56-65
- Cheng, M-Y., Tsai, H-C., Hsieh W-S. (2009a). Web-based conceptual cost estimates for construction projects using Evolutionary Fuzzy Neural Inference Model. *Automation in Construction*, 18(2), 164–172.
- Cheng, M-Y., Tsai, H-C., Liu C-L., (2009b). Artificial intelligence approaches to achieve strategic control over project cash flows. *Automation in Construction*, 18(4), 386–393.
- Cheng, M-Y., Peng H-S., Wu Y-W., Chen, T-L. (2010). Estimate at Completion for construction projects using Evolutionary Support Vector Machine Inference Model, *Automation in Construction*. 19(5), 619-629
- Cheng, M.-Y. (2011). Evolutionary fuzzy decision model for cash flow prediction using time-dependent support vector machines. *International Journal of Project Management*, 29, 56–65.
- Chevallier N. & Russell A. (1998). Automated schedule generation. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 25, 1059-1077
- Choi S-W, Lee E-B, Kim J-H. (2021). The Engineering Machine-Learning Automation Platform (EMAP): A Big-Data-Driven AI Tool for Contractors' Sustainable Management Solutions for Plant Projects. *Sustainability*. 13(18) 10384. <https://doi.org/10.3390/su131810384>

- Chowdhury, G.G. (2003). Natural Language Processing. Annual Review of Information Science and Technology, 37, 51–89. <https://doi.org/10.1002/aris.1440370103>
- Cohen, J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. New York: Psychology Press, 1988
- Costa, P. R. da, Ramos, H. R., Pedron, C. D. (2019). Alternative Structure Proposition for PhD Thesis from Multiple Studies. Revista Ibero-Americana de Estratégia, 18(2), 155-170. <https://doi.org/10.5585/riae.v18i2.15156>
- Costantino, F., Di Gravio, G., Nonino, F. (2015). Project selection in project portfolio management: An artificial neural network model based on critical success factors. International Journal of Project Management. 33(8), 1800, pp. 1744-1754
- Creswell J. W. (2013). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Sage publications. 9-11.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design (5th ed.). SAGE Publications.
- Cubric, M. (2020). Drivers, Barriers and Social Considerations for AI Adoption in Business and Management: A Tertiary Study. Technology in Society.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319-340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1992). Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace. *Journal of Applied Social Psychology*, 22(14), 1111-1132.
- De Oliveira M., Pacheco A., Futami A. H., Valentina L., Flesch C. (2022). Self-organizing maps and Bayesian networks in organizational modelling: A case study in innovation projects management. *Systems Research and Behavioral Science*
- Dillman, D. A., Smyth, J. D., & Christian, L. M. (2014). Internet, phone, mail, and mixed-mode surveys: The tailored design method (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Dumrak, J. (2023). The role of artificial intelligence in lean construction management. *ECAM Engineering, Construction and Architectural Management*.
- Elmousalami, H. H. (2020). Data on Field Canals Improvement Projects for Cost Prediction Using Artificial Intelligence. KSCE Journal of Civil Engineering.
- Elmousalami, H. H. (2021). Comparison of Artificial Intelligence Techniques for Project Conceptual Cost Prediction: A Case Study and Comparative Analysis. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 68(1), 183-196 <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.2972078>.
- Faghihi V., Nejat A., Reinschmidt K. F. (2015). Automation in construction scheduling: a review of the literature. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 81, 1845-1856

- Ferreira Neto, M. N., Castro, J. L. de C., & Sousa Filho, J. M. de. (2020). Autoeficácia, criatividade e paixão empreendedora: Antecedentes da intenção empreendedora. XLIV Encontro da ANPAD - EnANPAD 2020.
- Fink, A. G. (2017). How to conduct surveys: A step-by-step guide (6th ed.). SAGE Publications, Inc.
- Fosso Wamba, S., Bawack, R. E., Guthrie, C., Queiroz, M. M., & Carillo, K. D. A. (2020). Are we preparing for a good AI society? A bibliometric review and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*.
- Fridgeirsson T. V., Ingason H. T., Jonasson H. I., Jonsdottir H. (2021). An Authoritative Study on the Near Future Effect of Artificial Intelligence on Project Management Knowledge Areas. *Sustainability*. 13(4), 2345. <https://doi.org/10.3390/su13042345>
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., Bengio, Y. (2014). Generative Adversarial Networks. Advances in Neural Information Processing Systems. 3. 10.1145/3422622.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., and Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press. Disponível em: <https://www.deeplearningbook.org/>. Acesso em: 23/04/2024
- Hair, J. F., Sarstedt, M., Hopkins, L., & G. Kuppelwieser, V. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research. European Business Review, 26(2), 106-121.
- Herremans D. (2021). aiSTROM–A Roadmap for Developing a Successful AI Strategy. *IEEE*. 9, 155826-155838 <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3127548>
- Holzmann, V., Zitter, D., & Peshkess, S. (2022). The Expectations of Project Managers from Artificial Intelligence: A Delphi Study. *Project Management Journal*. <https://doi.org/10.1177/87569728211061779>
- Im, I., Hong, S., Kang, M-S. (2011). An international comparison of technology adoption testing the UTAUT model. *Information & Management*, 48, 1-8
- Jang H. (2022). Predicting funded research project performance based on machine learning. *Research Evaluation*. 31 (2). 257–270 <https://doi.org/10.1093/reseval/rvac005>
- Jungen F. J. & Kowalczyk W. (1995). An intelligent interactive project management support system. European Journal of Operational Research. 84, 60-81
- Karki S. & Hadikusumo B. (2021). Machine learning for the identification of competent project managers for construction projects in Nepal. *Construction Innovation*.
- Karnouskos, S. (2024). *The Relevance of Large Language Models for Project Management*. IEEE Open Journal of Industry Applications.

- Kellogg Foundation (2004). W. K. Kellogg Foundation Logic Model Development Guide, [Online] Available from: <http://www.epa.gov/evaluate/pdf/eval-guides/logic-modeldevelopment-guide.pdf>
- Kerzner, H. (2017). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Ko C-H. & Cheng, M-Y. (2007). Dynamic Prediction of Project Success Using Artificial Intelligence. *Journal of Construction Engineering and Management*, 133(4), 316–324. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2007)133:4(316)
- Kumar V., Pandey A., Singh R. (2021). Can artificial intelligence be a critical success factor of construction projects?: project practitioners' perspective. *Technology Innovation Management Review*. 11 (11), 17-32
- Kvale, S. (1996). InterViews: An introduction to qualitative research interviewing. Sage Publications.
- Laanti, M. & Kangas, M. (2015). Is Agile Portfoio Management Following The principles of Large-Scale Agile? Case study in Finnish Broadcasting Company Yle. Proceedings - 2015 Agile Conference, Agile 2015, 7284604, pp. 92-96
- Lecun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521, 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Levitt R. & Kunz J. (1987). Using artificial intelligence techniques to support project management. *Artificial intelligence for engineering, design, analysis and manufacturing*. 1, 3-24
- Li Z. & Mo T. (2020) Early warning of engineering project knowledge management risk based on artificial intelligence. *Knowledge Management Research & Practice*. DOI: 10.1080/14778238.2020.1834885
- Li H., Tang S., Love P. (2002). VHBuild.com: a web-based system for managing knowledge in projects. *Internet Research*. 12 (5), 371-379
- Lian, J-W., Yen, D. (2014). Online shopping drivers and barriers for older adults: age and gender differences. *Computers in Human Behavior*, 37, 133-143
- Liu, S., & Hao, W. (2021). Forecasting the scheduling issues in engineering project management: Applications of deep learning models. *Future Generation Computer Systems*, 123, 85–93.
- Love, P., Matthews, J., Simpson, I., Hill, A., Olatunji, O. 2014. A Benefits Realization Management Building Information Modeling Framework for Asset Owners. *Automation in Construction*. 37: pp. 1-10.
- Luger, G. F. Inteligência Artificial. Trad. Daniel Vieira. 6.ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.
- Marchewka, J. T. (1999). Information Technology Project Management: Providing Measurable Organizational Value. John Wiley & Sons.

- Martins, C., Oliveira, T., Popovic, A. (2014). Understanding the internet banking adoption: a unified theory of acceptance and use of technology and perceived risk application. *International Journal of Information Management*, 34, 1-13
- Mazzon, A. Using the Methodological Association Matriz in Marketing Studies. *Brazilian Journal of Marketing*, v. 17, n. 5, p. 747-770, 2018.
- McCarthy, J. (2007). What is Artificial Intelligence?. Universidade de Stanford, Departamento de Ciência da Computação. Recuperado de <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>
- McCulloch, W., and W. Pitts. (1943). A logical calculus of the ideas imminent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5: 115-133
- McEvoy, F. (2020). How will GPT-3 change our lives?. <https://thenextweb.com/news/gpt-3-what-is-all-the-fuss-about-syndication>. Acesso em: 12/03/2024
- Merhi M. & Harfouche A. (2023). Enablers of artificial intelligence adoption and implementation in production systems. *International Journal of Production Research*
- Mitchell, T. M. (1997). Machine Learning (1st edition). McGraw-Hill Education
- Mohagheghi, V., Mousavi, SM., Antucheviciene, J., Mojtabaei, M. (2019). Project portfolio selection problems: a review of models, uncertainty approaches, solution techniques, and case studies. *Technological and Economic Development of Economy*. 25 (6), pp.1380-1412
- Moore, G. C., & Benbasat, I. (1991). Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation. *Information Systems Research*, 2(3), 192-222.
- Navinchandra D., Sriram D., Logcher R. D. (1988). GHOST: Project network generator. *Journal of Computing in Civil Engineering*. 2(3), 239-254.
- Nazarenko A., Vishnevskiy K., Meissner, D., Daim, T. (2022). Applying digital technologies in technology roadmapping to overcome individual biased assessments. *Technovation*, 110 <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102364>
- Niederman, F. (2021). Project management: openings for disruption from AI and advanced analytics. *Information Technology & People*.
- Nielsen, M. (2015). Neural Networks and Deep Learning. Determination Press. <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>. Acesso em: 23/04/2024
- Nimmo, L., & Usher, G. (2020). ‘Job-ready’ project managers: Are Australian Universities preparing project managers for the impact of AI, ML and Bots?. *Project Management Research and Practice*, 6 (23). <https://pmrp.online/index.php/pmrp/article/view/14>
- Noronha, S. J. & Sarma, V. (1991). Knowledge-based approaches for scheduling problems: a survey. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. 3(2), 160-171.

- Ong, S., & Uddin, S. (2020). Data Science and Artificial Intelligence in Project Management: The Past, Present and Future. *The Journal of Modern Project Management*, 7.
- Orlowski C. & Kowalcuk. (2006). Project management in enterprises: IT implementation based on fuzzy models. *International Journal of Enterprise Information Systems*. 2 (2)
- Paparic, M., & Bodea, C. N. (2024). *Building trust through responsible usage of generative artificial intelligence in projects: A case study*. Issues in Information Systems.
- Patton, M. Q. (2002). Qualitative research and evaluation methods (3rd ed.). Sage Publications.
- Pillai, R., & Sivathanu, B. (2020). Adoption of AI-based chatbots for hospitality and tourism. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 32(10), 3199-3226.
- Pinsonneault, A., & Kraemer, K. (1993). Survey Research Methodology in Management Information Systems: An Assessment. *Journal of Management Information Systems*, 10(2), 75–105.
- PMI. (2019). AI @ Work: New Projects, New Thinking. Pulse of the Profession In-Depth Report.
- PMI. (2019). AI Innovators: Cracking the Code on Project Performance. Pulse of the Profession In-Depth Report.
- Pollock, A., & Berg, E. (2018). How to do a systematic review. *International Journal of Stroke*, 13(2), 138–156. <https://doi.org/10.1177/1747493017743796>
- Pradhan A. & Akinci B. (2012). Planning-based approach for fusing data from multiple sources for construction productivity monitoring. *Journal of Computing in Civil Engineering*. 26, 530-540
- Ringle, C. M., Silva, D., & Bido, D. (2014). Modelagem de equações estruturais com utilização do SmartPLS. *Revista Brasileira de Marketing – ReMark*, 13(2), 56-71.
- Ringle, C.M. Wende, S. and Will, A. (2005), “Smart PLS 2.0”, available at: www.smartpls.com/
- Russell, S. J. and Norvig, P. (2021), Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4rd ed., Pearson Education Limited
- Sai L. & Wenqi H. (2021). Forecasting the scheduling issues in engineering project management: applications of deep learning models. *Future Generation Computer Systems*. 123, 85-93
- Schaufeli W., Taris T., Bakker A. (2008). It takes two to tango: workaholism is working excessively and working compulsively [Internet]. In: Burke R., Cooper C., editors. (2023). The long work hours culture: Causes, consequences and choices. *Leeds: Emerald Publishing*; Available from: <https://www.wilmarschaufeli.nl/publications/Schaufeli/304.pdf>

- Seidman, I. (2013). Interviewing as qualitative research: A guide for researchers in education and the social sciences (4th ed.). Teachers College Press.
- Shahtaheri M., Nasir H., Haas C. (2015). Setting baseline rates for on-site work categories in the construction industry. *Journal of Construction Engineering & Management*
- Shenhar, A. J., & Dvir, D. (2007). Project Management Research—The Challenge and Opportunity. *Project Management Journal*, 38(2), 93-99.
- Sheoraj Y. & Sungkur R. K. (2022). Using AI to develop a framework to prevent employees from missing project deadlines in software projects - case study of a global human capital management (HCM) software company. *Advances in Engineering Software*. 170 <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2022.103143>
- Shortliffe E. H. (1977). Mycin: A Knowledge-Based Computer Program Applied to Infectious Diseases. Proceedings of the Annual Symposium on Computer Application in Medical Care, 66–69.
- Singh, R., Garg, V. & GPT-3. (2021). Human Factors in NDE 4.0 Development Decisions. *Journal of Nondestructive Evaluation* 40, 71 <https://doi-org.ez345.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10921-021-00808-3>
- Straub, D., Limayem, M., & Karahanna-Evaristo, E. (1995). Measuring System Usage: Implications for IS Theory Testing. *Management Science*, 41(8), 1328-1342.
- Taboada, I., Daneshpajouh, A., Toledo, N., de Vass, T. (2023). Artificial intelligence enabled project management: a systematic literature review. *Applied Sciences*. 13 (8), 5014
- Thompson, R. L., Higgins, C. A., & Howell, J. M. (1991). Personal computing: Toward a conceptual model of utilization. *MIS Quarterly*, 15(1), 125-143.
- Tominc, P., Oreski, D. & Rozman, M. (2023). Artificial intelligence and agility-based model for successful project implementation and company competitiveness. *Information*. 14 (6), 337-362
- Tranfield, D., Denyer, D. & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*. 14(3), 207-222.
- Turing, A. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, vol. LIX, n. 236, p. 433-460.
- Vanhoucke M., Vandevorde S. (2006). A comparison of different project duration forecasting methods using earned value metrics. *International Journal of Project Management*. 24 (4), 289–302.
- Vanhoucke M., Vandevorde S. (2007). A simulation and evaluation of earned value metrics to forecast the project duration. *Journal of the Operational Research Society*. 58 (10), 1361–1374.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. In Advances in Neural Information Processing Systems (pp. 5998-6008).

- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- 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>
- Wauters, M. & Vanhoucke, M. (2014). Support Vector Machine Regression for project control forecasting. *Automation in Construction*, 47, 92–106. doi:10.1016/j.autcon.2014.07.014
- Wauters, M. & Vanhoucke, M. (2014). A comparative study of artificial intelligence methods for project duration forecasting. *Expert Systems with Applications*, 46, 249–261.
- Wauters M. & Vanhoucke M. (2017). A nearest neighbour extesion to project duration forecasting with artificial intelligence. *European Journal of Operational Research*. 259, 1097-1111
- Weizenbaum, J. (1966). ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Commun. ACM* 9, 1 (Jan. 1966), 36–45. <https://doi.org/10.1145/365153.365168>
- Xu F. & Lin S-P. (2016). Theoretical framework of fuzzy-ai model in quantitative project management. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*. 30, 509-521
- Yaseen Z. M., Ali Z. H., Salih S., Al-Ansari N. (2020). Prediction of risk delay in construction projects using a hybrid artificial intelligence model. *Sustainability*. 12, 1514-1528
- Yin, R. K. (2018). Case Study Research and Applications: Design and Methods (6th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Zadeh, L.A. (1965) Fuzzy Sets. *Information Control*. 8, 338-353.
- Zhang JS & El-Gohary N. (2016). Semantic NLP-Based information extraction from construction regulatory documents for automated compliance checking. *Journal of Computing in Civil Engineering*. 30(2).
- Zhang, X.-D. (2020). A Matrix Algebra Approach to Artificial Intelligence. Springer, Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-2770-8>
- Zhou Z. & Zou Y. (2021). Research on grey situation decision in the context of system analysis of village planning projects using fuzzy TOPSIS. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. 40, 8185-8195
- Zupic, I. & Cater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*. 18(3), 429-472

Apêndice A — Roteiro de Entrevistas (Estudo 2)

ID	FC	PERGUNTA
FC1	Alinhamento Estratégico entre IA e Objetivos de Projeto	<p>P1: Como você assegura que os objetivos de implementação da IA estejam alinhados com as metas gerais dos projetos em que trabalha?</p> <p>P2: Pode compartilhar um exemplo onde o alinhamento estratégico influenciou diretamente no sucesso da adoção da IA em um projeto?</p>
FC2	Infraestrutura Tecnológica Adequada	<p>P1: Como você avalia se a infraestrutura tecnológica existente é capaz de suportar e integrar as soluções de IA?</p> <p>P2: Houve desafios na adaptação da infraestrutura tecnológica para acomodar a IA? Como foram superados?</p>
FC3	Treinamento e Desenvolvimento de Habilidades	<p>P1: São realizados investimentos em capacitação das equipes em relação à IA e outras tecnologias relevantes?</p> <p>P2: Qual impacto você observou no projeto devido ao treinamento e desenvolvimento de habilidades em IA?</p>
FC4	Liderança Visionária	<p>P1: De que maneira a liderança em sua organização apoia e incentiva a adoção da IA?</p> <p>P2: Pode dar um exemplo de como uma liderança visionária facilitou a integração da IA em um projeto?</p>
FC5	Cultura Organizacional que Suporta Inovação	<p>P1: Como sua organização promove uma cultura que valoriza a aprendizagem, a experimentação e a adaptabilidade?</p> <p>P2: Em sua experiência, como essa cultura de suporte à inovação impactou a adoção da IA em projetos?</p>
FC6	Gestão de Riscos e Compliance	<p>P1: Como são identificados e gerenciados os riscos associados à adoção da IA, incluindo aspectos éticos e de compliance?</p> <p>P2: Pode compartilhar uma experiência onde a gestão de riscos foi crítica para a adoção da IA?</p>
FC7	Comunicação Efetiva e	<p>P1: Quais estratégias sua organização utiliza para manter uma comunicação clara e engajar os stakeholders na implementação da IA?</p>

	Engajamento dos Stakeholders	P2: Como a comunicação efetiva influenciou o processo de adoção da IA em um projeto específico?
FC8	Feedback e Aprendizado Contínuo	P1: Como são estabelecidos os processos para o feedback contínuo e o aprendizado constante com a IA? P2: Pode descrever como o feedback e aprendizado contínuo contribuíram para a melhoria e adaptação da IA em um projeto?
FC9	Medição e Análise de Desempenho	P1: Quais métricas são utilizadas para avaliar o impacto e o desempenho da IA nos projetos? P2: Pode compartilhar um caso onde a análise de desempenho foi crucial para o ajuste e otimização da IA em um projeto?