



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS DERIVADAS DA INDÚSTRIA 4.0 NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS: MAPEAMENTO COM BASE NOS DOMÍNIOS E PROCESSOS DO PMBOK®

1º PEDRO RAFAEL FRANCISCHINI – pedro.r.francischini@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

2º JOÃO VICTOR ROJAS LUIZ - joao.rojas@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

ÁREA: 6. ENGENHARIA ORGANIZACIONAL
SUBÁREA: 6.2 – GESTÃO DE PROJETOS

RESUMO: ESTE TRABALHO BUSCA ANALISAR OS PONTOS POTENCIAIS DE APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 (I4.0) NOS PROCESSOS E DOMÍNIOS DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS (GP) BASEADOS NO PMBOK®. PARA ISSO, FOI REALIZADA UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA NOS TEMAS ESTUDADOS. A PARTIR DA ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS DURANTE A REVISÃO SISTEMÁTICA, FORAM VERIFICADAS VERTENTES DE ESTUDO E ATIVIDADES PRÁTICAS DA APLICAÇÃO DE BIG DATA, COMPUTAÇÃO EM NUVEM, BLOCKCHAIN, INTERNET OF THINGS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL. OS RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA EVIDENCIAM APLICAÇÕES PARA GRANDE PARTE DOS PROCESSOS E DOMÍNIOS DA GP, PRINCIPALMENTE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DA COMPUTAÇÃO EM NUVEM. OS RESULTADOS OBTIDOS DEMONSTRAM A IMPORTÂNCIA DA EVOLUÇÃO DE UMA ORGANIZAÇÃO E ADAPTAÇÃO DE SUAS PRINCIPAIS ÁREAS, COMO O GERENCIAMENTO DE PROJETOS, EM VIRTUDE DO APERFEIÇOAMENTO TECNOLÓGICO QUE A I4.0 TROUXE. EM SUMA, EXISTEM PONTOS RELEVANTES E APLICAÇÕES PRÁTICAS QUE AUXILIAM GESTORES, EQUIPES E PROJETOS COMO UM TODO.

PALAVRAS-CHAVES: GERENCIAMENTO DE PROJETOS; INDÚSTRIA 4.0; GESTORES DE PROJETOS; GERENCIAMENTO ÁGIL; TECNOLOGIAS DIGITAIS.

1. INTRODUÇÃO

A mudança histórica na gestão de projetos ocorreu na década de 1950, quando o modelo clássico, no qual uma única figura de autoridade era o fundador e diretor da empresa e tinha controle e comando total sobre todas as etapas do projeto e dos recursos humanos e não humanos, provou-se inadequado para lidar com tecnologias complexas e negócios industrial-militares (SOUDER, 2013). Tratando-se especificamente do termo “Indústria 4.0” (I4.0), este tem origem alemã e data de 2012, oriundo de uma iniciativa de pesquisa para o futuro desenvolvimento tecnológico da nação (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

Segundo o Guia PMBOK (PMI, 2021), o gerenciamento de projetos refere-se ao uso de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas para atender aos requisitos de um projeto. Essa prática envolve a aplicação e integração adequadas de 42 processos logicamente agrupados em cinco grupos, sendo eles: iniciação; planejamento; execução; monitoramento e controle e encerramento.

Convergentemente, as tecnologias da Indústria 4.0, como Internet das Coisas, *Big Data*, entre outras, proporcionam um ambiente integrado holisticamente, onde todas as etapas da produção estão conectadas e capazes de trocar informação em tempo real (WEYER et al., 2015), o que é potencialmente benéfico para a gestão de projetos. Integração entre o ambiente físico do projeto e os elementos informacionais no ambiente virtual pode ser fonte de vantagens competitivas para a empresa com relação a seus concorrentes, com seus produtos e/ou serviços entregues em menos tempo, com maior qualidade e uma divulgação e vendas de seus itens apoiadas por informações mais atualizadas e personalizadas ao consumidor (DALENOGARE et al., 2018).

Tais benefícios potenciais da aplicação das tecnologias da Indústria 4.0 na gestão de projetos motivaram esse estudo. Também, tendo em vista a necessidade de compilar as atuais aplicações em relação ao tema, considerou-se de suma importância elaborar um guia para gestores e acadêmicos, que visa analisar a relação entre ambos os tópicos e explorar o potencial das tecnologias 4.0 nos domínios da gestão de projetos.

Desta forma, a pesquisa busca mapear os pontos bem definidos e possíveis lacunas nesta área do conhecimento, por meio de uma revisão sistemática da literatura, visando encontrar dados concretos de sua aplicação, que corroborem ou complementem as aplicações e possíveis melhorias.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A gestão de projetos aplica conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas necessárias para fazer com que os requisitos para atender um projeto, principal objeto de estudo da seção, sejam de fato alcançados. Desta forma, os projetos são caracterizados como o resultado do esforço total gerado para a criação de bens, serviços ou resultado pretendido, podendo ser alcançado ou não, gerando algo tangível ou intangível. Quando o gerenciamento de projetos alcança o nível estratégico, trata-se da gestão de portfólio, o qual possui um subconjunto denominado “programa”. Por sua vez, os programas são compostos por projetos, não necessariamente correlacionados, é correto afirmar que todo programa é composto de projetos, mas um projeto pode não estar atrelado a um programa, necessariamente (PMI, 2013).

Dentre os elementos existentes, pode-se dividir o gerenciamento em processos definidos, tais como processo de iniciação, de planejamento, de execução, de monitoramento e controle e de fechamento, nesta ordem cronológica.

O processo de iniciação de um projeto, apesar de redundante, provem de ideias iniciais e básicas, como “vale a pena executar esse projeto?” ou “qual o custo desse projeto? Será vantajoso para empresa?”. Por sua vez, seguindo a linha cronológica, quando se fala em planejamento do projeto, tem-se a resposta para outras duas perguntas simples “aonde vamos e como chegaremos lá?” (MENEZES, 2003).

No que lhe concerne, o momento da execução do projeto associa-se à produção do trabalho anteriormente idealizado. Portanto, nesse ponto, a montagem das equipes responsáveis por cada tarefa foi feita. Paralelamente à execução, existe o processo de monitoramento e controle, cuja funcionalidade dá-se por meio de mensuração de desempenho, com aplicação de indicadores, para definir se o que foi apresentado no primeiro processo, planejado no segundo e executado no terceiro guardam coerência entre si. Por fim, o fechamento determina o final do ciclo de vida do projeto. Dentro dele existem as etapas de documentação e êxito do projeto. (MENEZES, 2003)

Na mais recente edição, o Guia de Gerenciamento de Projetos apresenta de forma diferente algumas áreas do conhecimento dentro do seu âmbito. De acordo com o PMBOK (PMI, 2021), os domínios de desempenho da gestão de projeto são: as Partes Interessadas, a Equipe, a Abordagem de Desenvolvimento e Ciclo de Vida, o Planejamento, o Trabalho do Projeto, a Entrega, a Medição e a Incerteza. O Tailoring e os Modelos, Métodos e Artefatos são tratados de forma única e separada dos oito domínios. Todos os domínios são finalizados com

uma verificação de resultados, como um *checkout*, a fim de que seja possível verificar se o que foi pensado está sendo feito.

Considerada o mais novo estágio industrial, a Indústria 4.0 relaciona-se com as tecnologias emergentes, sendo elas digitais, inteligentes e autônomas. Os pilares que sustentam os conceitos e fundamentações, em suma, por um ponto de vista técnico, relacionam a I4.0 com as seguintes tecnologias: *Internet of Things* (IoT), Sistemas Ciberfísicos (Integração de Computação, Comunicação e Controle), Computação em Nuvem e *Big Data Analytics* (ACETO; PERSICO; PESCAPÉ, 2020). Indústrias que aplicam os pilares citados são comumente denotadas “fábricas inteligentes”. Diferentemente das demais revoluções industriais, a I4.0 está diretamente relacionada com a transformação da produção de âmbito mecânico para o digital (OZTEMEL; GURSEV, 2020).

Primeiramente, a IoT cria uma independência entre os aparelhos tecnológicos e os seres humanos, e, ao mesmo tempo, produz uma conexão entre todos esses os objetos. Essas características possibilitam, por exemplo, o acesso de informação em tempo real em uma área específica da indústria, ou até mesmo dentro de um setor (KAYA et al., 2023).

A *Cloud Computing* (Computação em Nuvem) pode ser definida com um modelo de acesso à rede a partir de um conjunto compartilhado de computadores. Desta forma, as principais características dessa tecnologia estão voltadas ao autoatendimento sob demanda; a possibilidade de acesso amplo à rede em quaisquer locais; fornecimento de uma gigantesca gama de informações e recursos, sendo de forma dinâmica para recursos visuais e reais; a escalabilidade, sendo a capacidade de aumentar ou diminuir recursos, podendo ser diferentes e em qualquer momento; os serviços de medição que geram um controle, monitoramento e otimização de tudo (JULA; SUNDARARAJAN; OTHMAN, 2014).

Os *Cyber-Physical Systems* (Sistemas Ciber-Físicos) tornam possível o controle e monitoramento do nosso mundo físico por intermédio de um virtual. Ainda, pode-se dizer que esses sistemas são embarcados em rede, ou sistemas de TI com integração ao mundo físico (HUMAYED et al., 2017). A principal característica desse sistema feitos por processos computacionais e físicos é a capacidade de responder *feedback* do ambiente.

O *Blockchain* é uma tecnologia da I4.0 responsável pela disponibilização de dados, além de sua respectiva segurança e confiabilidade. Também, pode ser visto como um grande livro de registros, que contém dados e transações, sempre criptografados e direcionados. Em suma, o *Blockchain* é um livro digitalizado e compartilhado em rede, com a capacidade de restringir a saída do que nele é armazenado (DUTTA et al., 2020).

Dando sequência, o Big Data é o termo que define o grande conglomerado de dados transmitidos em alta velocidade, sendo eles de extrema complexidade e alta variedade. Devido a isso, a tecnologia para manipulação desses dados deve ser avançada e, além disso, é necessária muita técnica para manuseá-los (GANDOMI; HAIDER, 2015).

Por fim, a Inteligência Artificial (IA) é uma das principais tecnologias disruptivas da I4.0. Uma de suas mais importantes características está ligada ao avanço dos *Large Language Models* (LLMs). Tais modelos permitem a criação automática de conteúdo e decisões autônomas por parte dos sistemas ((BARCAUI; MONAT, 2023).

A busca pela melhoria contínua faz com que as tecnologias sejam aproveitadas rapidamente, não apenas em na linha de produção, mas em todas as partes gerenciais de uma organização. A implementação de tecnologias emergentes está, sem dúvidas, amplamente correlacionada com a área de gestão de projetos (OZTEMEL; GURSEV, 2020). A conexão entre o gerenciamento de projetos e a I4.0 ocorreu antes mesmo da terminologia “4º Revolução Industrial” ser pauta de discussões. Um dos principais métodos de gestão ágil nessa área, o Scrum, teve sua origem derivada dos primórdios da inteligência artificial (IA) no MIT, sendo aplicado no projeto de um robô. Este sistema robótico inicialmente não possuía dados armazenados, apenas funções, coletando informações do ambiente, gerando autonomia e independência, por intermédio de erros, paradas e análises sucessivas, possibilitando a locomoção autônoma, após um tempo, sem falhas. Analogamente, um projeto gerenciado pela metodologia Scrum tende a percorrer fases muito semelhantes, funcionando como um cérebro, cuja função é coletar, armazenar, executar e, por fim, analisar o que foi realizado. A análise dá-se por partes, a cada etapa e ação no decorrer do projeto, podendo resultar em alterações para atingir seu objetivo (SUTHERLAND, 2014).

3. MÉTODO DE PESQUISA

Primeiramente, foi realizada uma busca de documentos que abordassem simultaneamente os temas tratados: Gestão de Projetos e Indústria 4.0. Posteriormente, foram construídos dois grupos de termos para realizar a busca pelos temas. Assim, foram excluídos aqueles considerados genéricos e que fogem da ideia de aplicação das tecnologias da I4.0 no gerenciamento de projetos.

As bases de dados utilizadas foram *Scopus* e *Web of Science*. Por meio delas foram coletadas as amostras, no período de janeiro de 2024. As palavras-chave aplicadas estão apresentadas na Tabela 1. Tais termos de pesquisa foram integrados nas plataformas de base de

dados juntamente com operadores booleanos, quando do mesmo tema, o operador utilizado foi o “OR”, e, com a finalidade de unir ambos os temas da pesquisa, foi acrescentado o conectivo “AND” entre eles. Durante a pesquisa, foram filtrados artigos após o ano de 2011 uma vez que esse ano marca o início oficial da Indústria 4.0, com a Feira de Hannover (THOBEN; WIESNER; WUEST, 2017). Também, os documentos foram filtrados por periódico, escritos em inglês, com os termos entre aspas, para expressões, e asterisco para obter melhores ramificações por prefixos. No *Web of Science*, o filtro sobre os documentos foi: *Review Article*, *Article* e *Early Access*.

Tabela 1 - Termos de pesquisa da revisão sistemática

<i>Temas de pesquisa</i>	<i>Termos de busca</i>
Gerenciamento de Projetos	“project manage*”, “project management processes”, “project management domains”.
Indústria 4.0	“industry 4.0”, “cloud computing”, “cyber physical systems”, “big data analytics”, “internet of things”, “smart technologies”, “digital technolog*”, “artificial intelligence”, “4º industrial revolution”

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Inicialmente, a busca resultou em 684 documentos no *Web of Science* e 687 no *Scopus*. Foi feita a leitura de título e resumo dos documentos, a fim de reduzir a amostra e excluir os artigos que não seriam relevantes para o objetivo do trabalho. Alguns dos mais recorrentes casos para exclusão dos periódicos foram:

- Artigos tratavam especificamente das aplicações tecnológicas na área de projetos de construção;
- Artigos não tratam efetivamente sobre gerenciamento de projetos;
- Artigos tratam a utilização da gestão de projetos para contribuir com as tecnologias da I4.0;
- Artigos meramente citam a gestão de projetos;
- Artigos não tratam efetivamente de I4.0;
- Artigos são genéricos revisando a literatura de ambos os temas;
- Artigos repetidos.

Foi feita a exclusão dos artigos enquadrados nos tópicos acima. Após isso, a seleção inicial resultou em 68 artigos de periódico no *Scopus* e 42 no *Web of Science*. Dos 110 periódicos resultantes, foram identificados e retirados aqueles encontrados em ambas as pesquisas. Também, foi feito um segundo filtro, a fim de identificar as publicações mais

condizentes com o tema abordado. Em suma, foram retirados aqueles que não apresentavam uma contribuição direta para a pesquisa ou tornavam-se muito específicos, para o gerenciamento de projetos de construção, por exemplo.

A amostra resultante desse processo foi analisada, identificando as tecnologias mais frequentemente mencionadas e relacionando suas aplicações a partir do referencial teórico do Guia PMBOK. O foco principal da análise foi a sistematização em torno dos domínios e processos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os 25 artigos que compõem a amostra final estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Amostra de artigos analisados na revisão sistemática

Título	Autores	Ano	Contribuição teórica principal
A business process and portfolio management approach for Industry 4.0 transformation	Richard, Sophie Pellerin, Robert Bellemare, Jocelyn Perrier, Nathalie	2020	O gerenciamento do portfólio de projeto, isto é, da carteira de projetos da empresa, deve estar vinculado à I4.0. Por exemplo, explora-se como projetos podem ser melhorados e priorizados pelas ferramentas.
A literature review on applications of Industry 4.0 in Project Management	Jauhar, Sunil K. Priyadarshini, Shwetapadma Pratap, Saurabh Paul, Sanjoy K.	2023	Análise geral de aplicações das principais tecnologias da I4.0 em termos de GP, em uma perspectiva bibliométrica.
A Qualitative Study on Artificial Intelligence and Its Impact on the Project Schedule, Cost and Risk Management Knowledge Areas as Presented in PMBOK®	Fridgeirsson, Thordur V. Ingason, Helgi T. Jonasson, Haukur I. Gunnarsdottir, Helena	2023	Os dados referentes à aplicação da IA nos elementos principais do projeto, como cronograma, orçamento e planos de contingência.
An Authoritative Study on the Near Future Effect of Artificial Intelligence on Project Management Knowledge Areas	Fridgeirsson, Thordur V. Ingason, Helgi T. Jonasson, Haukur I. Jonsdottir, Hildur	2021	Explorar o uso de IA em cada área e objeto importante do gerenciamento de projetos.
Analysis of the use of artificial intelligence in the management of Industry 4.0 projects. The perspective of Polish industry	Wachnik, Bartosz	2022	Entender as limitações do uso da inteligência artificial, conhecer seus obstáculos no gerenciamento dos projetos.
Artificial Intelligence and Project Management: Empirical Overview, State of the Art, and Guidelines for Future Research	Müller, Ralf Locatelli, Giorgio Holzmann, Vered Nilsson, Marly Sagay, Temisan	2024	Entender, por uma perspectiva de liderança, como a IA pode impactar a GP.
Artificial Intelligence Enabled Project Management: A Systematic Literature Review	Taboada, Ianire Daneshpajouh, Abouzar Toledo, Nerea de Vass, Tharaka	2023	Entender as tecnologias baseadas em IA para os processos do gerenciamento de projetos.

Big data innovation and diffusion in projects teams: Towards a conflict prevention culture	Oyedele, Ahmed Owolabi, Hakeem A. Oyedele, Lukumon O. Olawale, Oladimeji A.	2020	Entender como a <i>Big Data</i> afeta as equipes de projeto e como essa tecnologia pode apoiar na prevenção de conflitos entre os membros.
Big Data, Data Science, and Artificial Intelligence for Project Management in the Architecture, Engineering, and Construction Industry: A Systematic Review	Zabala-Vargas, Sergio Jaimes-Quintanilla, María Jimenez-Barrera, Miguel H.	2023	Entender o uso do Big Data no GP, assim como suas principais formas de aplicação e resultados.
Blockchain adoption in project management	Amoah, Eugene Oh, Joon-Yeoul	2021	O trabalho explora como o <i>Blockchain</i> pode agilizar orçamentos e transações para evitar atrasos no cronograma.
Blockchain Technology: Potential Applications for Public Sector E-Procurement and Project Management	Khalfan, Malik Azizi, Neda Haass, Omid Maqsood, Tayyab Ahmed, Istiaq	2022	Entender como o <i>Blockchain</i> afeta o gerenciamento de projetos, mitigando seus riscos, por exemplo.
Business Value Creation Through Project Management Based on Big Data Approach	Chennouk1, Hamid Ziyati, El H. Bhiri, Brahim El	2022	Criação de valor por meio de <i>Big Data</i> e do gerenciamento de projetos, explorando em que medida as empresas podem utilizar e como fazer isso.
Critical Success Factors of the Project Management in Relation to Industry 4.0 for Sustainability of Projects	Vrchota, Jaroslav Řehoř, Petr Maříková, Monika Pech, Martin	2020	Compreender os fatores críticos de sucesso de projetos de sustentabilidade por meio da adoção de tecnologias da I4.0 e de práticas de gestão de pessoas.
Evaluation on the application mode of blockchain technology in water transportation engineering project management	Lu, Liyu	2023	Entender como o Blockchain melhorou a eficiência e segurança da GP e suas limitações consideradas.
Exploring the Challenges and Impacts of Artificial Intelligence Implementation in Project Management: A Systematic Literature Review	Hashfi, Muhammad I. Raharjo, Teguh	2023	Entender as ferramentas da IA e seus impactos no gerenciamento de projetos. O trabalho mapeia as principais áreas de aplicação.
Introduction for factors of success and failure by using IoT in project Management	Ishak, Md S. AlSalem, Yazan Z.	2022	Analisa a implementação da IoT no gerenciamento de projetos.
IoT based situational awareness framework for real-time project management	Ghimire, Sudeep Luis-Ferreira, Fernando Nodehi, Tahereh Jardim-Goncalves, Ricardo	2015	Entender como a IoT e os sistemas ciberfísicos podem ajudar os gestores a controlar, monitorar e relatar a situação do projeto.
Multi-Criteria Measurement of AI Support to Project Management	Čančer, Vesna Tominc, Polona Rožman, Maja	2023	Entender os benefícios da IA e como ela pode ser usada para melhorar o trabalho de líderes de projeto.
Project Management Maturity and Business Excellence in the Context of Industry 4.0	Fajsi, Angela Morača, Slobodan Milosavljević, Marko Medić, Nenad	2022	Compreender a importância da I4.0 para o GP, com foco em aspectos de maturidade em gerenciamento.
Prospects, drivers of and barriers to artificial intelligence adoption	Shang, Gao Pheng, Low S. Valen, Lim X. Y.	2023	Entender a aplicação da IA na GP, por suas limitações e motivadores que estão dificultando ou auxiliando nessa relação.

in project management			
The Application of Artificial Intelligence in Project Management Research: A Review	Ruiz, Jesús G. Torres, Javier M. Crespo, Rubén G.	2020	Entender e verificar as análises preditivas que são desempenhadas pela IA para gestores de projetos e o caminho para saber se o projeto terá sucesso.
The Expectations of Project Managers from Artificial Intelligence: A Delphi Study	Vered Holzmann Daniel Zitter Sahar Peshkess	2022	Entender as atividades gerenciais que podem ou poderão ser beneficiadas pela IA.
The Role of Artificial Intelligence in Project Management	Odeh, Muhammad	2023	Entender a relação de pessoas, processos e tecnologias no gerenciamento de projeto com apoio da IA.
Using an Artificial Neural Network for Improving the Prediction of Project Duration	Itai Lishner Avraham Shtub	2022	Verificar e entender a adoção de <i>Machine Learning</i> para analisar as possibilidades de duração de um projeto.
Using Of Digital Applications To Transform Project Management Processes And Manage Data In The Oil And Gas Industry	Omarov, Timur Taikulakova, Gulnura	2023	Entender como as tecnologias da I4.0 podem tornar a GP mais eficiente e eficaz no que tange à gestão de processos e dos dados do projeto.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Os artigos mostrados na Tabela 2 foram analisados, de forma a explicitar as aplicações das tecnologias da I4.0 no GP, de acordo com a perspectiva organizada no PMBOK. Para isso, foi elaborado um quadro voltado aos processos do gerenciamento de projetos e outro aos domínios. A seção discute os resultados da revisão sistemática e apresenta os quadros-resumo.

Com base na revisão feita e nos artigos selecionados, pode-se destacar a importância atribuída recentemente à relação entre a I4.0 e o a GP. Na I4.0, as *soft skills* são reconhecidas como elementos importantes dentro da área de GP, e as tecnologias da I4.0 são auxiliaadoras na promoção dessas habilidades, além da aplicação direta nos processos gerenciais. Também, é importante destacar que o principal intuito de um projeto é seu cumprimento no prazo e de acordo com o escopo definido, o que possibilita uma vantagem competitiva sempre que feito com sucesso. Assim, quando a empresa visa melhorar e utiliza meios de tornar os processos mais eficientes dentro dos projetos, ela está ganhando uma vantagem competitiva, o que pode ser feito por meio das tecnologias (VRCHOTA et al., 2021).

Pesquisa empírica com empresas de diversos países apontou que as tecnologias da I4.0 indicam maior maturidade em gestão de projetos. Por sua vez, a maturidade do projeto é relevante para a eficiência empresarial. Portanto, os autores apontaram a *IoT* e *Big data*, por exemplo, como significativas para o gerenciamento de projetos, tornando-o “útil e preciso” (FAJSI et al., 2022).

Da mesma forma, pode-se observar a IA como uma facilitadora nos processos de gestão de um projeto. Redes neurais, uma das vertentes da IA, basicamente funcionam como a mente

humana, sendo mais precisas que modelos lineares, e utilizadas, a princípio, para avaliar o projeto (LISHNER; SHTUB, 2022). Por sua vez, o *Blockchain* pode auxiliar o gerente de projetos na entrega do projeto com maior antecedência. Isso ocorre por meio da redução de chances de erro, além de uma de suas aplicações mais relatadas ser dentro da gestão de construção, especificamente, por meio do BIM (*Building Information Modeling*) (JAUHAR et al., 2023).

A *Cloud Computing* relaciona a armazenagem de dados e *backup* para facilitar a entrega do projeto por meio da tomada rápida de decisão. Também, a recuperação de dados confidenciais da empresa e do projeto em questão são benefícios. A utilização da ferramenta depende exclusivamente do gerente responsável e de como ele usará durante o projeto. Já a *Internet of Things* está atrelada, principalmente, à otimização, sistemas ágeis e relação homem-máquina. Processos dinâmicos são propulsores da aplicação dessa tecnologia que representa a essência da transformação digital. Por fim, o *Big Data Analytics* trata da análise de grandes dados que influenciam no gerenciamento ágil, gestão de risco, ciclo de vida de um projeto e domínios diversos da GP (JAUHAR et al., 2023).

Concluindo, destaca-se a necessidade de transformação e adaptação rápida das empresas para o contexto da I4.0, não apenas para o gerenciamento de projetos, mas com relação a outros processos gerenciais (RICHARD et al., 2021). A seguir, serão discutidas mais detalhadamente as tecnologias com aplicações no âmbito da GP, como IA, *Blockchain*, IoT, computação em nuvem e análise de *Big Data*.

As Tabelas 3 e 4 buscam resumir a discussão exposta até aqui, indicando quais os domínios e processos de GP indicados no Guia PMBOK (PMI, 2021) tiveram aplicações das tecnologias da I4.0 investigadas na literatura.

Tabela 3 - Mapeamento da aplicação das tecnologias nos domínios do gerenciamento de projetos

Domínios do Gerenciamento de projetos	Tecnologias da Indústria 4.0					
	IA	IoT	<i>Blockchain</i>	<i>Big Data</i>	<i>Cyber-Physical Systems</i>	<i>Cloud Computing</i>
Partes Interessadas	X		X			X
Equipe	X	X		X		X
Planejamento	X	X	X	X	X	X
Abordagem de Desenvolvimento e Ciclo de Vida	X	X		X	X	X
Incerteza	X					X
Medição	X	X	X	X	X	X
Entrega	X					X
Trabalho do Projeto	X	X	X			X

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Tabela 4 - Mapeamento da aplicação das tecnologias nos processos do gerenciamento de projetos

Processos do Gerenciamento de projetos	Tecnologias da Indústria 4.0					
	IA	IoT	Blockchain	Big Data	Cyber-Physical Systems	Cloud Computing
Iniciação	X		X	X		X
Planejamento	X	X	X	X	X	X
Execução	X				X	X
Monitoramento e Controle	X	X	X	X	X	X
Fechamento	X					X

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Os resultados das Tabelas 3 e 4 apontaram uma ênfase de estudo de duas tecnologias da I4.0 em relação aos processos e domínios do Gerenciamento de Projetos: IA e *Cloud Computing*. Dos artigos coletados, mais da metade tratava especificamente sobre como a Inteligência Artificial pode impactar na GP. Os demais artigos, em sua maioria, ao menos citaram a influência dessa ferramenta. Através da análise dos artigos, percebeu-se que todas as áreas ressaltadas no PMBOK apresentaram aplicações dessa tecnologia. Por outro lado, a Computação em Nuvem tem um impacto geral na gestão do projeto, como a relação de armazenagem de dados para sistemas de informação utilizados durante os processos. Ainda sobre IA, o tópico com maior relevância nos artigos, dentre todos os processos e domínios do PMBOK, foi a Incerteza, muito pela propriedade da tecnologia de atenuar problemas de ambiguidade, volatilidade e complexidade que existem dentro do projeto.

Entre as tecnologias, pode-se destacar os *Cyber-Physical Systems* como a ferramenta menos citada dentro das aplicações na Gestão de Projetos. Conceitualmente, é uma tecnologia de controle e otimização de tempo. Portanto, um aprofundamento dela, principalmente visando os domínios, é um ponto que pode ser levado em consideração, seguindo os resultados obtidos. Também, o baixo número de citações dessa tecnologia deve-se ao fato de que ela está atrelada às demais ferramentas da I4.0, como a IoT. Em vista disso, tem-se o questionamento sobre a ausência de citações sobre a implementação de IoT durante a execução do projeto.

Dentro dos domínios, pode-se destacar a Medição, bem como nos processos, o Monitoramento e Controle. As atividades atreladas ao Monitoramento e Controle, mais especificamente, as medições de um projeto, foram as mais relacionadas nos artigos da revisão sistemática com as tecnologias da I4.0. Também, o Planejamento, em ambos os casos, domínios e processos, foram citados e feitas relações com as tecnologias da I4.0.

Evidenciou-se que o processo de Fechamento do projeto foi o menos comentado dentro dos artigos revisados, tendo ênfase apenas em IA e *Cloud Computing*, que foram citadas para

os demais processos. Pode-se concluir que não houve, necessariamente, uma parte na revisão sistemática da literatura que possibilitou visualizar com clareza uma proposta das tecnologias digitais para o Fechamento do projeto.

Visando os domínios, a Incerteza foi uma tecnologia muito bem destacada nos artigos sobre IA. Entretanto, no geral, não foi muito bem citada. O mesmo acontece para o domínio de Entrega.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho objetivou analisar as potenciais contribuições das tecnologias da I4.0 à GP, usando o prisma teórico dos domínios e processos do Guia PMBOK. A partir dos resultados obtidos, pode-se afirmar que as tecnologias da I4.0, amplamente disseminadas no contexto da manufatura e para adicionar inteligências aos processos de produção, também apresentam aplicabilidade no contexto de gerenciamento de projetos. Dentre os principais resultados, destacam-se a aplicação de computação e IA. Em comum, essas tecnologias apresentam o foco no armazenamento e uso de dados para tomada de decisão autônoma. Ao auxiliar na tomada de decisões cotidiana do gestor de projetos, essas ferramentas podem elevar a eficiência e precisão das ações de gerenciamento de cronograma e de compras, por exemplo.

Como contribuição teórica da pesquisa, ressalta-se que alguns domínios e processos propostos na 7ª edição do PMBOK foram explorados na literatura em I4.0, com destaque para os relacionados ao planejamento, controle e medição. O uso de tecnologias nos processos de execução e fechamento do projeto ainda carecem de investigação de aplicações das principais tecnologias e podem ser foco de estudos futuros.

Por apresentar uma abordagem metodológica baseada na revisão sistemática de literatura, a presente pesquisa apresenta a limitação concernente ao processo de coleta e filtragem de material bibliográfico. A partir do uso de outras bases e termos de busca, outros resultados são passíveis de investigação. Da mesma forma, esta pesquisa se limitou às principais tecnologias da I4.0. Análises posteriores podem se debruçar em outras aplicações, como a realidade virtual e aumentada e *digital twins*, por exemplo.

REFERÊNCIAS

ACETO, G.; PERSICO, V.; PESCAPÉ, A. **Industry 4.0 and Health: Internet of Things, Big Data, and Cloud Computing for Healthcare 4.0.** *Journal of Industrial Information Integration* Elsevier B.V., , 1 jun. 2020.

BARCAUI, A.; MONAT, A. Who is better in project planning? Generative artificial intelligence or project managers? **Project Leadership and Society**, v. 4, 1 dez. 2023.

DALENOGARE, L. S. et al. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **International Journal of Production Economics**, v. 204, p. 383–394, 1 out. 2018.

DUTTA, P. et al. Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 142, 1 out. 2020.

FAJSI, A. et al. Project Management Maturity and Business Excellence in the Context of Industry 4.0. **Processes**, v. 10, n. 6, 1 jun. 2022.

GANDOMI, A.; HAIDER, M. Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. **International Journal of Information Management**, v. 35, n. 2, p. 137–144, 2015.

HUMAYED, A. et al. Cyber-Physical Systems Security - A Survey. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 4, n. 6, p. 1802–1831, 1 dez. 2017.

JAUHAR, S. K. et al. A literature review on applications of Industry 4.0 in Project Management. **Operations Management Research**, v. 16, n. 4, p. 1858–1885, 1 dez. 2023.

JULA, A.; SUNDARARAJAN, E.; OTHMAN, Z. **Cloud computing service composition: A systematic literature review**. *Expert Systems with Applications* Elsevier Ltd, , 15 jun. 2014.

KAYA, S. H. et al. INDUSTRY 4.0 AND INDUSTRIAL WORKFLOW SCHEDULING: A SURVEY. **Journal of Industrial Information Integration**, p. 100546, dez. 2023.

LISHNER, I.; SHTUB, A. Using an Artificial Neural Network for Improving the Prediction of Project Duration. **Mathematics**, v. 10, n. 22, 2022.

MENEZES, L. C. DE MOURA. **Gestão de projetos**. 2. ed.- ed. São Paulo: Atlas, 2003.

OZTEMEL, E.; GURSEV, S. **Literature review of Industry 4.0 and related technologies**. *Journal of Intelligent Manufacturing* Springer, , 1 jan. 2020.

PMBOK 7º edição. [s.d.].

RICHARD, S. et al. A business process and portfolio management approach for Industry 4.0 transformation. **Business Process Management Journal**, v. 27, n. 2, p. 505–528, 5 mar. 2021.

SUTHERLAND, J. **Scrum - a arte de fazer o dobro de trabalho na metade do tempo**. [s.l: s.n.].

THOBEN, K. D.; WIESNER, S. A.; WUEST, T. “**Industrie 4.0**” and smart manufacturing-a review of research issues and application examples. **International Journal of Automation Technology** Fuji Technology Press, , 2017.

Um Guia Do Conhecimento Em Gerenciamento De Projetos (Guia PMBOK). [s.l: s.n.].

VRCHOTA, J. et al. Critical success factors of the project management in relation to industry 4.0 for sustainability of projects. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 1, p. 1–19, 1 jan. 2021.

DALENOGARE, L. S. et al. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **International Journal of Production Economics**, v. 204, p. 383–394, 1 out. 2018.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. **Acatech**, p. 13-78, 2013.

SOUDER, W. E. Project management: Past, present, and future — An editorial summary. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. EM-26, n. 3, p. 49–50, 30 jul. 2013.

WEYER, S. et al. Towards industry 4.0 - Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems. **IFAC-PapersOnLine**, v. 48, n 3, p. 579-584, 2015.