
DESAFIOS E IMPACTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA GESTÃO DE PROJETOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

CHALLENGES AND IMPACTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PROJECT MANAGEMENT: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

João Guilherme Marcato¹

RESUMO: A integração entre a Inteligência Artificial (IA) e a Gestão de Projetos tem ganhado crescente relevância no cenário corporativo. O objetivo deste estudo é identificar os principais desafios e impactos desta integração, mapeando-os nos Grupos de Processos do *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK®): iniciação; planejamento; execução; monitoramento e controle; e encerramento. Para tanto, conduziu-se uma revisão sistemática da literatura considerando o período entre 2018 e 2023. Os resultados demonstraram que os principais desafios estão relacionados à qualidade dos dados, integração entre múltiplos sistemas, resistência à mudança e incerteza. Os impactos, por outro lado, tornaram mais assertivos os processos de tomada de decisões, alocação de recursos, gestão de custos e riscos, além de melhorar a qualidade das entregas e aumentar a produtividade e eficiência dos projetos.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Gestão de Projetos. Grupos de Processos. PMBOK. Revisão da literatura.

ABSTRACT: The integration between Artificial Intelligence (AI) and Project Management has gained increasing relevance in the corporate scenario. The objective of this study is to identify the main challenges and impacts of this integration, mapping them into the Project Management Body of Knowledge (PMBOK®) Process Groups: Initiation; Planning; Execution; Monitoring and Control; and Closing. To this end, a Systematic Literature Review was conducted considering the period between 2018 and 2023. The results showed that the main challenges are related to data quality, integration between multiple systems, resistance to change and uncertainty. The impacts, on the other hand, made decision-making processes, resource allocation, cost and risk management more assertive, in addition to improving the quality of deliveries and increasing the projects' productivity and efficiency.

Keywords: Artificial Intelligence. Project Management. Process Groups. PMBOK. Literature Review.

¹ Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB - UNESP/Bauru). Especialista em Gestão de Projetos e Processos pela Universidade do Oeste Paulista (Unoeste/Presidente Prudente). E-mail: jg_marcato@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

Com o acirramento da competitividade e o rápido desenvolvimento tecnológico, a Gestão de Projetos passou por mudanças significativas e adquiriu caráter estratégico no meio corporativo. A colaboração entre humanos e máquinas face aos grandes avanços tecnológicos apresenta oportunidades significativas tanto para empresas quanto para indivíduos, dentre as quais se destaca a Inteligência Artificial (IA) que deverá influenciar grandemente a atuação dos profissionais da área (Taboada *et al.*, 2023).

A IA, apesar de suas complexidades, possui o potencial de aumentar a produtividade e reduzir erros ao fornecer *insights* sobre resultados prováveis e remover informações estranhas, melhorando, assim, o foco em fatos relevantes. A integração com a IA, em especial, permite que o acompanhamento das atividades de um determinado projeto se dê em tempo real e ajustes sejam realizados prontamente quando necessários. Além disso, a IA auxilia no processo de tomada de decisões, tornando-o mais assertivo, bem como na automatização de tarefas (Maphosa; Maphosa, 2022).

Esta integração, contudo, apresenta um conjunto único de desafios a ser superado pelas organizações a fim de elas possam auferir plenamente o potencial da IA no gerenciamento de projetos. O Estado da Arte contempla estudos que exploram as barreiras da implementação da IA nas empresas (Li, 2019; Liu; Hao, 2021; Yang, 2021; Bento *et al.*, 2022). Liu e Hao (2021), por exemplo, concluíram que a precisão e adequação dos dados relacionados às ferramentas de gerenciamento de projetos são cruciais para o sucesso da implementação supracitada. Bento *et al.* (2022), por sua vez, concluíram que as primeiras ferramentas de IA para Gestão de Projetos dependem fortemente dos indivíduos para inserir dados com precisão, atualizá-las em tempo real e fazer as correções necessárias.

Conforme Yang (2022), torna-se essencial compreender os desafios enfrentados e os impactos observados durante a implementação da IA no gerenciamento de projetos neste novo contexto que se configura como um campo de estudo rico, tanto para pesquisadores, quanto profissionais da área. Logo, o presente estudo busca reconhecer o atual Estado da Arte sobre o tema, identificando os desafios enfrentados e os impactos em cada um dos Grupos de Processos definidos no *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK®). Este objetivo foi desdobrado em dois problemas de pesquisa (PP):

PP1: Quais são os desafios e impactos identificados durante a implementação da IA na Gestão de Projetos?

PP2: Quais são os desafios e impactos da implementação da IA para cada um dos Grupos de Processos definidos pelo PMBOK®?

Para tanto, uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi desenvolvida, consultando-se um conjunto de base de dados – *Emerald Insight, IEEE Xplore, SAGE Journals, Science Direct, Scopus e Springer Link* – e considerando o período compreendido entre 2018 e 2023.

Além deste capítulo introdutório, teceu-se uma breve revisão da literatura no capítulo 2. O método empregado é discutido no capítulo 3, seguido pelos resultados no capítulo 4. As considerações finais são apresentadas no capítulo 5, seguido pelas referências.

REVISÃO DA LITERATURA

Fundamentando este trabalho, a literatura revisada contempla aspectos relacionados à Inteligência Artificial, Mineração de Dados e Aprendizado de Máquina; Grupos de Processos na Gestão de Projetos; e Barreiras e Desafios à Implementação da IA na Gestão de Projetos.

Inteligência Artificial, Mineração de Dados e Aprendizado de Máquina

A IA é um campo da ciência da computação que visa desenvolver máquinas inteligentes para o benefício humano. Contudo, há um debate contínuo entre pesquisadores acerca da definição de IA devido a sua natureza em constante evolução. O Estado da Arte contempla várias definições que se esforçam em explicar seu conceito e fornecer uma ampla gama de tecnologias que buscam melhorar o desempenho, bem como a interação entre os distintos setores organizacionais (Bento *et al.*, 2022; Maphosa; Maphosa, 2022).

Além disso, a IA tem sido abordada sob a perspectiva do pensamento e ação, que abrange processos de pensamento, raciocínio e comportamento, podendo ser ainda categorizada em uma abordagem centrada no indivíduo, pautada na observação do comportamento humano, e uma abordagem racionalista, que combina conceitos de engenharia e matemática (Taboada *et al.*, 2023).

A Mineração de Dados (MD) é um ramo do aprendizado de máquina e IA que envolve a análise de um conjunto de dados por meio de algoritmos, permitindo que os usuários analisem dados sob múltiplas perspectivas, categorizem informações e descubram padrões e relacionamentos. Este processo se vale da busca por correlações entre diferentes campos em um banco de dados para extrair insights e informações valiosas. O Aprendizado de Máquina (AM), por sua vez, permite que os dados obtidos por meio da mineração sejam categorizados em grupos distintos, tais quais: análise de regressão; regras de associação; e clusterização (Li, 2019; Liu; Hao, 2021).

Grupos de Processos na Gestão de Projetos

Os Grupos de Processos de um projeto são organizados no PMBOK® em grupos lógicos de entradas, ferramentas, técnicas e saídas que são adaptadas às necessidades da companhia e *stakeholders*. Ao invés de serem intercambiáveis com as fases do projeto, tais grupos de processos trabalham em conjunto durante cada etapa do ciclo de vida do projeto. A fim de manter a flexibilidade ao longo de todo o projeto, o número de interações e iterações entre ditos processos pode mudar com base nas demandas (PMI, 2021).

Projetos que adotam uma abordagem por processos são estruturados em cinco grupos, quais sejam: iniciação; planejamento; execução; monitoramento e controle; e encerramento. A iniciação envolve a definição e obtenção de autorização para o início de um novo projeto. Ela inclui a elaboração do termo de abertura do projeto (TAP) e a implementação de um processo formalizado de iniciação para apoiar as decisões de gerenciamento e garantir o sucesso do projeto (Singh, 2018; Sharma; Kirtani, 2021; PMI, 2021).

O planejamento, por sua vez, estabelece o escopo do projeto, refina os objetivos e define as ações necessárias para atingi-los, formalizando, assim, a direção do projeto. A execução busca completar as tarefas e atividades listadas no plano de gerenciamento a fim de cumprir os critérios do projeto, contemplando, para tanto, o desempenho real das ações previamente planejadas (Singh, 2018; Sharma; Kirtani, 2021; PMI, 2021).

O monitoramento e controle envolve o acompanhamento do progresso, revisão do desempenho e as mudanças necessárias para garantir o sucesso do projeto. Singh (2018) destaca a importância da comunicação e capacidade para lidar com crises inesperadas como fatores críticos para o monitoramento eficaz de um determinado projeto.

O encerramento, por fim, envolve a conclusão formal de todas as atividades de um projeto. Sharma e Kirtani (2021), após analisarem os fatores de sucesso e fracasso de projetos, concluíram que os seus gestores, além de implementar ferramentas, técnicas e métodos, devem promover a melhoria contínua dos grupos de processos de seus projetos e envolver ativamente os *stakeholders* em cada um deles para obter melhores resultados.

Barreiras e Desafios à Implementação da IA na Gestão de Projetos

O advento da Indústria 4.0 e emprego intensivo de tecnologias avançadas, tal qual a IA, no cenário corporativo, promoveram uma mudança de paradigma na Gestão de Projetos, transformando a forma como estes são planejados, executados e monitorados. A integração com a IA, em especial, permite que o acompanhamento das atividades de um projeto se dê em tempo real. Esta incorporação, contudo, apresenta um conjunto único de desafios a ser superado pelas organizações a fim de elas possam auferir plenamente o potencial da IA no gerenciamento de projetos (Maphosa; Maphosa, 2022).

Os desafios da implementação da IA na Gestão de Projetos incluem diversas barreiras, tais quais: a disponibilidade limitada de dados; elevados custos de operação e equipamento; e potencial desemprego à medida em que a IA substitui trabalhadores humanos (Liu; Hao, 2021; Bento *et al.*, 2022). Bento *et al.* (2022) apontam que a adoção bem-sucedida da IA nesta área requer indivíduos com habilidades e experiência técnica comprovadas, bem como uma compreensão clara dos desafios de integração e interoperabilidade do sistema.

Por outro lado, a adoção da IA nesse contexto torna o processo de tomada de decisões mais assertivo, pautando-se na melhor qualidade das informações disponíveis. Os sistemas de IA simplificam as informações, eliminam a redundância e promovem o agendamento automático das atividades, tornando, assim, mais robusto o planejamento do projeto (Taboada *et al.*, 2023).

As ferramentas de planejamento alimentadas por IA, como os sistemas híbridos de computadores, facilitam a definição de objetivos e o controle dos projetos. Embora estratégias de gerenciamento contemporâneas, tais como o alinhamento contínuo e as abordagens ágeis, ajudem a mitigar incertezas, a análise preditiva e o aprendizado de máquina contribuem para o alcance de melhores resultados na estruturação de KPI, alocação e gerenciamento de recursos e estimativa de custos e prazos (Yang, 2022; Taboada *et al.*, 2023).

MÉTODO

Para se alcançar o objetivo proposto a este estudo, utilizou-se o método da RSL proposto por Khan *et al.* (2003) que se encontra estruturado em cinco etapas: questionamento; identificação; avaliação; sumarização e interpretação. Nesse sentido, os problemas de pesquisa elaborados para a fase de questionamento e previamente apresentados no capítulo introdutório são: PP1 – “Quais são os desafios e impactos identificados durante a implementação da IA na Gestão de Projetos?” – e PP2 – “Quais são os desafios e impactos da implementação da IA para cada um dos Grupos de Processos definidos pelo PMBOK®?”

Definido o problema, determinou-se que as bases de dados *Emerald Insight*, *IEEE Xplore*, *SAGE Journals*, *Science Direct*, *Scopus* e *Springer Link* seriam consultadas na fase de identificação. A escolha desse conjunto de banco de dados se deu devido à amplitude e visibilidade de seus catálogos que abarcam estudos internacionais, bem como ao rigor dos critérios de avaliação dos periódicos indexados e ao emprego de indicadores internacionais de produção científica.

O período de busca nas bases supracitadas ocorreu na primeira quinzena de dezembro de 2023. A exploração da literatura se deu por meio da combinação em inglês de IA (*artificial intelligence*) e seus desdobramentos, mineração de dados (*data mining*) e aprendizado de máquina (*machine learning*), com gestão de projetos (*project management*). Valendo-se dos operadores booleanos <AND> e <OR>, a seguinte palavra-chave foi utilizada para a pesquisa: (“*artificial intelligence*” AND “*project management*”) OR (“*data mining*” AND “*project management*”) OR (“*machine learning*” AND “*project management*”). Selecionaram-se as categorias título (*title*), resumo (*abstract*) e palavras-chave do autor (*author-specified keywords*).

O limite de tempo imposto foi de 2018-2023 e o tipo de publicação selecionado (*article type*) foi o artigo de pesquisa e de conferência (*research articles*), excluindo-se, assim, os artigos de revisão (*review articles*). Consideraram-se também somente estudos redigidos na língua inglesa.

A busca resultou em 715 publicações, que foram exportadas em formato *RIS*. Após a eliminação de resultados duplicados, com o auxílio do *software EndNote X7*, criou-se um banco de dados que foi empregado na etapa de avaliação, na qual se realizou a leitura do resumo de cada artigo encontrado. Para ser elegível, este deveria tratar da discussão dos desafios e impactos da implantação da IA na Gestão de Projetos.

Conforme Marcato (2021), este processo de análise confere a este estudo características de reprodutibilidade por outros pesquisadores associadas a um elevado grau de singularidade, dado que a seleção dos artigos envolveu a leitura e interpretação pessoal das publicações encontradas. A amostra final desta etapa resultou em 33 artigos que foram então sumarizados e serão discutidos na etapa de interpretação, apresentada a continuação.

RESULTADOS

Apresentação dos resultados

O Quadro 1 sumariza as 33 publicações selecionadas, incluindo suas referências.

Quadro 1. Resumo das publicações selecionadas.

Nº	Título	Periódico	Referência
1	Application of lean techniques, enterprise resource planning and artificial intelligence in construction project management	International Journal of Recent Technology and Engineering	Vickranth, Bommareddy e Premalatha (2019)
2	Comprehensive project management framework using machine learning	International Journal of Recent Technology and Engineering	Prasad e Saradhi (2019)
3	Decision support system for final year project management	Lecture Notes in Engineering and Computer Science	Afolabi <i>et al.</i> (2019)
4	Proposal of a framework and integration of artificial intelligence to succeed IT project planning	International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering	Hassani e El Idrissi (2019)
5	An Approach Based on Bayesian Network for Improving Project Management Maturity: An Application to Reduce Cost Overrun Risks in Engineering Projects	Computers in Industry	Sanchez <i>et al.</i> (2020)
6	Data on Field Canals Improvement Projects for Cost Prediction Using Artificial Intelligence	Data In Brief	Elmousalami (2020)
7	DevOPs project management tools for sprint planning, estimation and execution maturity	Cybernetics and Information Technologies	Angara, Prasad e Sridevi (2020)
8	Symbiotic organisms search-optimized deep learning technique for mapping construction cash flow considering complexity of project	Chaos, Solitons & Fractals	Cheng, Cao e Herianto (2020)
9	The impact of entrepreneurship orientation on project performance: A machine learning approach	International Journal of Production Economics	Sabahi e Parast (2020)
10	A BIM-data mining integrated digital twin framework for advanced project management	Automation in Construction	Pan e Zhang (2021)
11	A new hybrid ahp and dempster—shafer theory of evidence method for project risk assessment problem	Mathematics	Albogami <i>et al.</i> (2021)
12	Activity classification using accelerometers and machine learning for complex construction worker activities	Journal of Building Engineering	Sanhudo <i>et al.</i> (2021)
13	Application of Data Mining Technology in Field Verification of Project Cost	Advances in Multimedia	Jiang (2021)
14	Empirically Exploring the Cause-Effect Relationships of AI Characteristics, Project Management Challenges, and Organizational Change	Lecture Notes in Information Systems and Organisation	Engel, Ebel e van Griffen (2021)
15	Estimating production and warranty cost at the early stage of a new product development project	IFAC-PapersOnLine	Relich e Nielsen (2021)
16	Forecasting the scheduling issues in engineering project management: Applications of deep learning models	IFAC-PapersOnLine	Liu e Hao (2021)
17	Intelligent purchasing: How artificial intelligence can redefine the purchasing function	Journal of Business Research	Allal-Chérif, Simón-Moya e Ballester (2021)
18	Project management: openings for disruption from AI and advanced analytics	Information, Technology & People	Niederman (2021)

continua

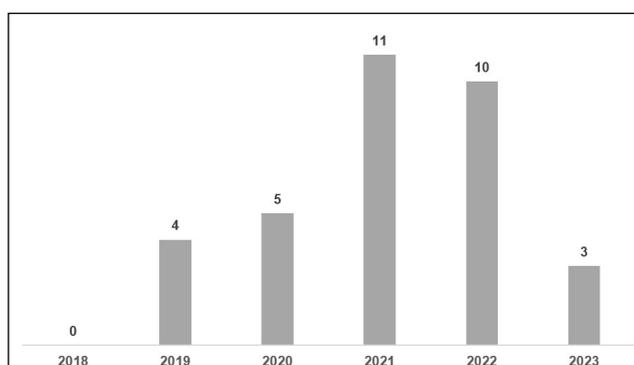
continuação

19	Safety risk factors comprehensive analysis for construction project: Combined cascading effect and machine learning approach	Safety Science	Ma <i>et al.</i> (2021)
20	The effectiveness of project management construction with data mining and blockchain consensus	Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing	Li, Duan e Su (2021)
21	A Machine Learning Study to Enhance Project Cost Forecasting	IFAC-PapersOnLine	Inan, Narbaev e Hazir (2022)
22	Automated progress monitoring of construction projects using Machine learning and image processing approach	Materials Today: Proceedings	Greeshma e Edayadiyil (2022)
23	Data-driven project buffer sizing in critical chains	Automation in Construction	Li, Cao e Zhu (2022)
24	Development and comparative of a new meta-ensemble machine learning model in predicting construction labor productivity	Engineering, Construction and Architectural Management	Karatas e Budak (2022)
25	Estimation of Risk Contingency Budget in Projects using Machine Learning	IFAC-PapersOnLine	Capone e Narbaev (2022)
26	Machine learning in project analytics: a data-driven framework and case study	Scientific Reports	Uddin, Ong e Lu (2022)
27	Recommendation of Project Management Practices: A Contribution to Hybrid Models	IEEE Transactions on Engineering Management	Bianchi <i>et al.</i> (2022)
28	The value of data from construction project site meeting minutes in predicting project duration	Built Environment Project and Asset Management	van Niekerk, Wium e de Koker (2022)
29	Using an Artificial Neural Network for Improving the Prediction of Project Duration	Mathematics	Lishner e Shtub (2022)
30	Visual System Development for Construction Project Management by Using Machine Learning Algorithm	Optik	Huang e Liang (2022)
31	Project engineering management evaluation based on GABP neural network and artificial intelligence	Soft Computing	Yu (2023)
32	Explainable machine learning for project management control	Computers & Industrial Engineering	Santos <i>et al.</i> (2023)
33	Combined machine-learning and EDM to monitor and predict a complex project with a GERT-type network: A multi-point perspective	Computers & Industrial Engineering	Liang, Tao e Lei (2023)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Nota-se que o *IFAC-PapersOnLine* foi o periódico mais recorrente entre as publicações selecionadas, correspondendo a 12,12% do total. Juntamente com ele, os cinco periódicos mais frequentes foram *Automation in Construction* (6,06%), *Computers & Industrial Engineering* (6,06%), *International Journal of Recent Technology and Engineering* (6,06%) e *Mathematics* (6,06%), correspondendo a 36,40% dos artigos selecionados.

A Figura 1 apresenta a distribuição temporal dos estudos selecionados. Constata-se que há um aumento na quantidade de publicações a partir de 2021. Tal resultado reitera as conclusões propostas por Yang (2022) que afirma que o estudo dos desafios enfrentados e os impactos observados durante a implementação da IA no Gerenciamento de Projetos vem ganhando gradativamente maior atenção e relevância no Estado da Arte.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 1. Distribuição das publicações selecionadas ao longo do tempo.

Análise do conteúdo das publicações

Desafios e impactos da implementação da IA no Gerenciamento de Projetos

O Quadro 2 apresenta a análise das ferramentas de IA utilizadas nos estudos selecionados, bem como os desafios e impactos de sua implementação. Tais ferramentas podem incluir, por exemplo, algoritmos, *softwares* e modelos estatísticos.

Quadro 2. Mapeamento das ferramentas, desafios e impactos da implementação da IA.

Nº	Ferramentas	Desafio	Impacto
1	Comando de voz, sensores LiDAR, reconhecimento óptico de caracteres.	Integração de múltiplos sistemas complexos, resistência à mudança e complexidade e incerteza de projetos de construção.	Minimização do desperdício, otimização da utilização de recursos, redução de custos, diminuição do tempo e aumento da qualidade das entregas.
2	IA, modelos de AM, soluções online que não foram especificadas.	Seleção do modelo, treinamento, integração, precisão dos dados e desenvolvimento da interface do usuário.	Melhoria no planejamento e tomada de decisões, automações e soluções holísticas para a Gestão de Projetos.
3	Algoritmo de Bayes e tecnologia JavaServer Pages (JSP).	Organização do banco de dados, precisão do algoritmo e questões técnicas.	Desenvolvimento de uma plataforma de IA para capacitar alunos e supervisores em tópicos de Gestão de Projetos e melhoria na qualidade e eficiência dos projetos de pesquisa.
4	Base de dados e sistema de questionamento.	Aquisição e correção de dados e gerenciamento de riscos.	Melhoria do planejamento e precisão dos projetos de TI, reduzindo a taxa de falhas e promovendo a redução de custos.
5	Redes bayesianas.	Integração do Modelo de Maturidade em Projetos (PMM) com redes de Bayes, conhecimento especializado.	Diagnóstico e previsão de falhas, identificação de desvios e sugestão de ações corretivas.
6	Modelos de AM e IA.	Qualidade do banco de dados, algoritmo, interpretação e validação dos resultados.	Compreensão dos fatores que influenciam as saídas de um projeto, melhorando o planejamento e a alocação de recursos.
7	Análise de dados dos projetos em tempo real, técnicas de estimativa de sprints e análise de sentimentos.	Análise de dados em tempo real, previsões precisas, consenso e análise de sentimentos.	Simplificação do cronograma dos projetos, aumento da produtividade e tomada de decisões mais assertivas no contexto de DevOps.
8	Algoritmo de busca de organismos simbióticos (SOS), redes neurais.	Fluxo de caixa, otimização do modelo e disponibilidade de dados.	Previsão e controle do fluxo de caixa de projetos de construção, tornando mais assertivos o gerenciamento de custos, a tomada de decisões e a alocação de recursos.
9	Modelos de AM, tais como redes neurais e Random Forest.	Seleção do algoritmo, métricas de desempenho, avaliação e generalização.	Potencial da análise preditiva e orientação empreendedora como fatores de sucesso para os projetos.
10	BIM, IoT, mineração de processos e dados, análise de séries temporais, modelo ARIMAX.	Mapeamento de dados em tempo real com IoT e gerenciamento de projetos em larga escala.	Deteção precoce de gargalos, previsão de cargas de trabalho futuras e tomada de decisões mais assertiva.
11	Algoritmo de AM não supervisionado de PCA híbrido, método Delphi, método Taguchi.	Incerteza dos fatores de risco não abordados com precisão pelos métodos usuais de tomada de decisão.	Quantificação dos fatores de risco para uma gestão de portfólio de projetos mais assertiva.
12	Modelos de ML, acelerômetros portáteis e técnicas de seleção de recursos.	Trabalho com cenários reais, minimização de vieses, bancos de dados incertos.	Maior assertividade na tomada de decisões, gerenciamento de recursos e segurança dos trabalhadores, contribuindo para a automação dos processos em projetos de construção.
13	Solução estatística de MD não especificada.	Desenvolvimento de uma estrutura organizacional abrangente, implementação de técnicas de gestão avançadas, melhoria na comunicação de custos.	Introdução de uma abordagem de tomada de decisões baseada em dados, melhorando a visualização, gerenciamento de recursos e controle de custos da Gestão de Projetos.
14	Técnicas de IA, algoritmos de AM e métodos de análise de dados.	Abordagem das características e implicações do uso da IA em ambientes organizacionais.	Compreensão de que maneira as características da IA, práticas de Gestão de Projetos e mudança organizacional tornam mais assertivo o processo de tomada de decisões.
15	Redes neurais e técnicas de regressão linear	Definição de variáveis, aquisição de dados e simulação das variáveis de custo.	Compreensão sistêmica dos fatores que constituem os custos torna mais assertiva sua estimativa em projetos de desenvolvimento de novos produtos.
16	Modelos LSTM e GRU	Seleção do modelo, qualidade dos dados e interpretação dos resultados.	Agendamento, alocação de recursos e tomada de decisão mais eficazes, melhorando a eficiência global do projeto.
17	Sistemas automatizados para compra e tomada de decisão.	Resistência, qualidade dos dados, integração e treinamento.	Melhoria na Gestão de Projetos envolvendo fornecedores, tornando mais assertiva a tomada de decisões, o momento da compra e a colaboração interdepartamental.

continua

continuação

18	Software com recursos de IA e análise de dados.	Adaptação dos gestores de projetos ao software.	Maior suporte para a Gestão de Projetos, automação com ênfase no gerenciamento de stakeholders e gerenciamento de riscos.
19	AM, MD de riscos de segurança e redes ópticas ativas (AON)	Abundância de dados e análise de riscos.	Melhoria na análise de riscos de segurança em projetos de construção.
20	Técnicas de IA, BIM e tecnologias blockchain	Disponibilidade de dados, integração e consenso na utilização.	Integração entre as técnicas e ferramentas aumenta a confiança, transparência, precisão e segurança do gerenciamento de projetos de construção.
21	Média móvel e fatores de desempenho de custos	Orçamento não linear e padrão de crescimento de custos não são capturados com precisão pelos modelos tradicionais baseados em índices.	Estimativas de custos confiáveis e precisas, melhorando a previsão dos custos do projeto e mantendo relações positivas com os stakeholders.
22	Deep learning e técnicas de processamento de imagens	Resistência, padronização dos dados e precisão do rastreamento automatizado.	Melhoria no reconhecimento das atividades, tornando mais efetivo o acompanhamento do progresso em projetos de construção.
23	DOE, simulação de Monte Carlo e técnicas de regressão	Projeto de experimentos, simulações e validade do modelo de mensuração.	Melhoria no planejamento e acompanhamento das atividades.
24	Algoritmos de IA	Pré-processamento, seleção de algoritmos, conversão de modelos e estudos de caso.	Previsão precisa da produtividade do trabalho no gerenciamento de projetos de construção.
25	Algoritmos de IA e simulação de Monte Carlo	Definição de riscos, seleção de algoritmos e acurácia dos dados.	Aumento da precisão da estimativa do orçamento de contingência e gerenciamento de riscos em projetos.
26	Algoritmos de AM, tal qual a regressão logística, usando o pacote Scikit-learn do Python	Avaliação limitada, seleção de recursos e desequilíbrio dos dados.	Melhora no processo de tomada de decisões e compreensão no gerenciamento de projetos de construção.
27	Análise de Cluster e técnica de regras de associação	Coleta, precisão e validação dos dados.	Orientação para seleção de práticas para aumentar a agilidade e eficácia da Gestão de Projetos.
28	Algoritmos de DM e Random Forest	Minuciosa extração de dados, longo tempo para coletar e tratar os dados.	Previsão precisa da duração do projeto, promovendo a melhoria do planejamento, governança dos dados e liderança.
29	Redes neurais artificiais e algoritmos genéticos	Conjuntos de dados diversos, adaptação a diferentes empresas e validação.	Previsão precisa da duração de projetos em diversas organizações, adaptando-se a distintos conjuntos de dados e melhorando a tomada de decisões na Gestão de Projetos.
30	Rede neural gráfica e Deep Learning	Conjuntos de dados complexos e estágio inicial limitado.	Melhoria no gerenciamento, acesso à informação, conservação de energia, segurança e comunicação de projetos de construção.
31	Redes neurais BP e algoritmos genéticos	Disponibilidade de dados e limitações da rede neural.	Otimização da utilização de tempo, pessoal e recursos, tornando mais eficiente o gerenciamento de projetos de engenharia.
32	Modelos estatísticos de AM e simulação de Monte Carlo	Integração entre simulação e explicação do modelo.	Melhora no controle do projeto e tomada de decisões em ambientes incertos.
33	Modelos de regressão de AM e simulação de Monte Carlo	Análise de redes complexas e seleção do algoritmo adequado.	Melhora o monitoramento do projeto, identificação de desvio e estimativa do tempo de conclusão do projeto, tornando-o mais assertiva a tomada de decisões.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com base nos estudos selecionados, constata-se que as ferramentas de IA em gerenciamento de projetos incluem, por exemplo, Modelagem de Informações de Construção (BIM), Internet das Coisas (IoT), técnicas de AM, mineração de processos, análise de séries temporais, análise de *Cluster*, simulação de Monte Carlo, redes neurais, *Deep Learning*, *Random Forest*, sensores LiDAR, acelerômetros portáteis e reconhecimento óptico de caracteres.

Sob a perspectiva da Gestão de Projetos, a IA possui a capacidade de replicar funções cognitivas humanas, tais como a tomada de decisões e resolução de problemas (Liu; Hao, 2021; Santos *et al.*, 2023). Suas ferramentas trazem recursos avançados para o gerenciamento de projetos, tornando mais assertivos os processos de tomada de decisões, monitoramento de desempenho e análise de riscos (Prasad; Saradhi, 2019; Sanchez *et al.*, 2020; Albogami *et al.*, 2021; Relich; Nielsen, 2021; Niederman, 2021; Liang; Tao; Lei, 2023). O uso de algoritmos de AM, DM e técnicas estatísticas melhoram o planejamento, alocação de recursos, estimativa de custos e resultados gerais dos projetos (Ma *et al.*, 2021; Capone; Narbaev, 2022).

Além disso, a implantação de tais ferramentas melhoram a eficiência, precisão e *insights* nos processos de Gestão de Projetos, levando, em última análise, a melhores taxas de sucesso e entrega do projeto (Hassani; El Idrissi, 2019; Li; Duan; Su, 2021).

Desafios e impactos da implementação da IA nos Grupos de Processos do PMBOK®

O Quadro 3 apresenta o mapeamento das publicações selecionadas nos Grupos de Processos descritos no PMBOK®: Iniciação; planejamento; execução; monitoramento e controle e encerramento (PMI, 2021). Na continuação, discutem-se as principais ferramentas de IA adotadas em cada um deles, bem como os desafios e seus respectivos impactos.

Quadro 3. Mapeamento das publicações selecionadas por Grupo de Processos do PMBOK.

Grupo de Processo	Nº	Frequência
Iniciação	6; 11	2
Planejamento	1; 2; 4; 5; 6; 7; 10; 11; 14; 15; 17; 18; 19; 21; 23; 24; 25; 26; 27; 31	19
Execução	1; 2; 3; 7; 18; 24	6
Monitoramento e Controle	1; 8; 9; 10; 12; 13; 16; 18; 20; 22; 28; 29; 30; 32; 33	15
Encerramento	1; 18	2

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Processos de Iniciação

Em relação aos Processos de Iniciação, ambas as publicações selecionadas discutem a implementação de ferramentas de IA para realizar a gestão eficaz de riscos e a abordagem preditiva de custos em projetos (Elmousalami, 2020; Albogami *et al.*, 2021). Elmousalami (2020) empregou métodos de AM e IA para estimar e prever o custo e a duração de projetos de desenvolvimento de canais, tais como técnicas de regressão, lógica difusa e redes neurais artificiais. Apesar dos desafios relacionados à qualidade do conjunto de dados e seleção de algoritmos, os resultados demonstraram que a aplicação destas técnicas influenciou positivamente a compreensão dos fatores que influenciam os resultados de projetos sustentáveis, levando a um melhor planejamento e alocação assertiva de recursos.

De maneira análoga, Albogami *et al.* (2021) adotaram um algoritmo de AM não supervisionado de PCA híbrido em conjunto com os métodos *Delphi* e *Taguchi* para enfrentar o desafio da variabilidade e incerteza nos fatores de risco de projetos. A adoção de tais ferramentas proporcionou uma abordagem mais confiável para a gestão de portfólio, considerando e quantificando fatores de risco e melhorando as taxas globais de sucesso dos projetos.

Processos de Planejamento

Acerca dos processos de planejamento, os estudos selecionados se valem de diversas ferramentas de IA e técnicas estatísticas para enfrentar desafios e aprimorar o planejamento de projetos dentro da estrutura do PMBOK® (Hassani; El Idrissi, 2019; Vickranth; Bommareddy; Premalatha, 2019; Prasad; Saradhi, 2019; Angara; Prasad; Sridevi, 2020; Elmousalami, 2020; Sanchez *et al.*, 2020; Albogami *et al.*, 2021; Allal-Chérif; Simón-Moya; Ballester, 2021; Ma *et al.*, 2021; Engel; Ebel; Van Griffen, 2021; Niederman, 2021; Pan; Zhang, 2021; Relich; Nielsen, 2021; Bianchi *et al.*, 2022; Capone; Narbaev, 2022; Inan; Narbaev; Hazir, 2022; Karatas; Budak, 2022; Li; Cao; Zhu, 2022; Uddin; Ong; Lu, 2022).

A aplicação destas ferramentas e metodologias na Gestão de Projetos traz impactos significativos. Ao incorporar modelos híbridos, algoritmos avançados e técnicas estatísticas, os gerentes de projetos podem auferir um conjunto de benefícios, tais como: melhor avaliação de riscos; seleção mais confiável de projetos; estimativa precisa de custos; alocação de recursos e tomada de decisão mais assertiva (Elmousalami, 2020; Albogami *et al.*, 2021; Inan; Narbaev; Hazir, 2022). Inan, Narbaev e Hazir (2022) concluíram que esses avanços contribuem para maiores taxas de sucesso dos projetos, melhores resultados e alocação eficiente de recursos.

Conforme Angara, Prasad e Sridevi (2020), a integração entre AM, IA e análise de dados nos processos de planejamento permite a coleta e análise de dados em tempo real, bem como a análise de sentimentos e o suporte à tomada de decisão, acarretando em cronogramas de projetos simplificados, maior produtividade e melhor gerenciamento de projetos em um ambiente *DevOps*. Além disso, Sanchez *et al.* (2020) concluíram que a adoção de IA e ferramentas analíticas avançadas no planejamento de projetos abre oportunidades para inovação e automação de atividades, bem como melhora o relacionamento com os *stakeholders*.

A análise dos artigos selecionados também demonstrou que a indústria de construção se beneficia da aplicação de IA, AM e técnicas enxutas para o planejamento de seus projetos. Seu emprego permite a otimização no uso de recursos, redução de custos, aumento da segurança; e melhoria no tempo de entrega, qualidade, produtividade e eficiência geral de um determinado projeto (Vickranth; Bommareddy; Premalatha, 2019; Pan; Zhang, 2021; Ma *et al.*, 2021; Karatas; Budak, 2022; Li; Cao; Zhu, 2022). Ma *et al.* (2021), por exemplo, concluíram que a integração da IA na Gestão de Projetos do setor de construção civil contribuiu para aumentar a segurança dos trabalhadores, reduziu o número de acidentes, automatizou tarefas de alto risco e criou novas oportunidades de trabalho, contribuindo, assim, para o desenvolvimento da região em que a obra estava sendo desenvolvida.

Processos de Execução

A análise dos seis artigos relacionados aos Processos de Execução, por sua vez, revelou valiosos *insights* sobre a importância do emprego de ferramentas e técnicas avançadas, tais quais técnicas enxutas, modelos de AM e IA, sistemas de planejamento de recursos empresariais (ERP) e sistemas de suporte à decisão, para melhorar a execução, produtividade e tomada de decisões em projetos conduzidos em diferentes cenários (Afolabi *et al.*, 2019; Prasad; Saradhi, 2019; Vickranth; Bommareddy; Premalatha, 2019; Angara; Prasad; Sridevi, 2020; Niederman, 2021; Karatas; Budak, 2022).

Todavia, a implementação de tais ferramentas e técnicas não está isenta de desafios. Afolabi *et al.* (2019) enfatizam as dificuldades de integrar múltiplos sistemas, garantir a compatibilidade, superar a resistência à mudança, abordar a complexidade e incerteza, bem como lidar com questões técnicas. Corroborando com o exposto, Karatas e Budak (2022), após analisarem os desafios relacionados ao pré-processamento, seleção de algoritmos e conversão de modelos de IA no contexto de projetos de construção, concluíram que estes desafios exigem estratégias abrangentes e uma implementação hábil para empregar com sucesso as ferramentas identificadas na execução do projeto.

Apesar dos desafios, as ferramentas identificadas trazem impactos significativos para a execução de um projeto. Os artigos selecionados destacam um conjunto de benefícios como, por exemplo, a minimização de esforços e desperdícios, a otimização da utilização de recursos, a redução de custos do projeto, o aumento da produtividade e eficiência geral e a tomada de decisão mais assertiva (Prasad; Saradhi, 2019; Vickranth; Bommareddy; Premalatha, 2019; Angara; Prasad; Sridevi, 2020; Niederman, 2021; Karatas; Budak, 2022). Vickranth, Bommareddy e Premalatha (2019), por exemplo, discutem o impacto das técnicas enxutas, ERP e IA no gerenciamento de projetos na indústria de construção, resultando na eliminação de desperdícios, redução de custos e melhoria do tempo e qualidade das entregas.

Ademais, Prasad e Saradhi (2019) enfatizam o potencial da IA e das ferramentas analíticas para inovar as práticas de Gestão de Projetos, afirmando que estas aumentam a produtividade e automatizam as atividades, destacando a importância de envolver os *stakeholders* e realizar a gestão efetiva de riscos neste processo. Indo ao encontro do exposto, Niederman (2021) destaca o potencial da IA para transformar as práticas de gerenciamento de projetos ao oferecer suporte à tomada de decisões por meio de automações.

Processos de Monitoramento e Controle

Os artigos relacionados aos Processos de Monitoramento e Controle tratam da aplicação de diversas ferramentas e técnicas avançadas que facilitam a análise de dados complexos, a previsão de desempenho da equipe, a detecção de gargalos e a identificação de riscos, tais quais: IA, BIM, IoT, MD, AM, simulações de Monte Carlo, redes neurais, algoritmos de processamento de imagens e acelerômetros portáteis (Cheng; Cao; Herianto, 2020; Sabahi; Parast, 2020; Jiang, 2021; Liu; Hao, 2021; Niederman, 2021; Pan; Zhang, 2021; Sanhudo *et al.*, 2021; Greeshma; Edayadiyil, 2022; Huang; Liang, 2022; Lishner; Shtub, 2022; Van Niekerk; Wium; De Koker, 2022; Santos *et al.*, 2023).

Os desafios, contudo, relacionados ao emprego de tais ferramentas incluem a integração de sistemas, resistência à mudança, precisão dos dados e complexidade do projeto (Vickranth; Bommareddy; Premalatha, 2019; Li; Duan; Su, 2021; Liang; Tao; Lei, 2023). A integração de múltiplos sistemas, incluindo comando de voz, reconhecimento óptico de caracteres e sensores LiDAR, conforme discutido por Vickranth, Bommareddy e Premalatha (2019), exige a superação de problemas de compatibilidade e, principalmente, de resistência à mudança. Ademais, a complexidade e incerteza inerentes aos projetos de construção demandam a elaboração de estratégias abrangentes executadas por uma equipe técnica qualificada.

Os benefícios, por outro lado, advindos da utilização das ferramentas em questão trazem impactos significativos para os processos de acompanhamento e controle. Li, Duan e Su (2021), por exemplo, destacam resultados como maior eficiência, redução de custos, melhoria na qualidade do projeto e menor atraso nas entregas. Liang, Tao e Lei (2023), por sua vez, constataram que seu emprego torna mais assertivo o processo de tomada de decisões, bem como promove uma gestão eficiente dos recursos, melhorando a comunicação e relacionamento com os *stakeholders*.

Processos de Encerramento

Ambos os artigos selecionados enfatizam a importância da adoção de ferramentas e tecnologias avançadas nos Processos de Encerramento de gerenciamento de projetos, que se caracterizam por oferecer soluções para desafios como, por exemplo, a integração de sistemas, a resistência a mudanças e adaptação de recursos de *software*. Além disso, seu emprego traz um conjunto de benefícios, como a minimização de desperdícios, redução de custos, melhoria na qualidade e aumento da produtividade, que estão alinhados com os resultados desejados do Grupo de Processos de Encerramento no PMBOK (Vickranth; Bommareddy; Premalatha, 2019; Niederman, 2021).

Vickranth, Bommareddy e Premalatha (2019) destacaram o uso de ferramentas, como comando de voz, reconhecimento óptico de caracteres e sensores LiDAR, para o gerenciamento de cenários hipotéticos em projetos de construção. Os desafios identificados incluíram a integração entre múltiplos sistemas a fim de garantir compatibilidade, a resistência à mudança por parte dos *stakeholders* e a complexidade e incerteza inerentes a este tipo de projetos. Os autores ainda constataram que o impacto destas ferramentas foi observado na redução de atividades que não agregam valor e dos custos, na melhoria na qualidade e tempo das entregas e no aumento da produtividade e eficiência globais na indústria de construção.

Niederman (2021), por sua vez, discutiu o emprego de ferramentas de *software* que incorporam recursos de IA e análise de dados em seu estudo, cuja principal barreira a ser superada foi a adaptação dos gerentes de projeto a elas. Entretanto, o impacto destes recursos foi significativo, melhorando o gerenciamento de projetos por meio de maior apoio à tomada de decisões, automação das tarefas e ênfase na comunicação e relacionamento com os *stakeholders*, bem como na gestão de riscos na fase de encerramento do projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo tem por objetivo fazer uma revisão da literatura sobre artigos publicados entre 2018 e 2023 que tratam da integração entre IA e Gestão de Projetos, visando identificar os desafios e impactos oriundos desta integração, mapeando-os nos Grupos de Processos definidos pelo PMBOK®. Realizou-se a análise de 33 publicações selecionadas que revelou os desafios e impactos específicos para cada grupo, quais sejam: iniciação; planejamento; execução; monitoramento e controle; e encerramento.

Dentro do Grupo de Processos de Iniciação, constatou-se que as ferramentas de IA e técnicas de análise foram eficazes na abordagem de desafios relacionados à avaliação de riscos, previsão de custos e tomada de decisões. No Grupo de Processos de Planejamento, a aplicação de IA, metodologias e técnicas de análise de dados tornaram mais assertivas a gestão de riscos, seleção de projetos, estimativa de custos, alocação de recursos e tomada de decisão.

O Grupo de Processos de Execução obteve maior produtividade, utilização de recursos, redução de custos e melhor tomada de decisões por meio do uso de técnicas avançadas de IA superando, para tanto, barreiras relacionadas à integração de múltiplos sistemas, compatibilidade, resistência à mudança, complexidade e incerteza e questões técnicas. De maneira análoga, o Grupo de Monitoramento e Controle também enfrentou desafios relacionados à integração de sistemas, resistência à mudança, precisão dos dados e complexidade do projeto, superando-os para aumentar a qualidade das entregas e reduzir os custos dos projetos.

Finalmente, os Processos de Encerramento destacaram o valor da incorporação da IA, AM e técnicas enxutas no gerenciamento de projetos, resultando em benefícios como a redução de custos, melhoria na eficiência e produtividade globais e sucesso na conclusão do projeto.

Este estudo contribui academicamente ao ampliar e atualizar as discussões acerca da integração da IA na Gestão de Projetos. Ao alinhar os desafios e impactos com os Grupos de Processos do PMBOK®, esta pesquisa oferece uma estrutura que permite a pesquisadores e profissionais da área navegar de maneira eficaz na implementação da IA neste contexto. Espera-se que os resultados encontrados possam contribuir para um alcance de melhores resultados em projetos, que passarão a ser planejados, executados e controlados com maior qualidade e eficiência.

Gerencialmente, este contribui ao apresentar os desafios e impactos específicos associados a cada grupo, cuja compreensão pode auxiliar as organizações a solucionar estes problemas e a capitalizar sobre os benefícios potenciais da IA no gerenciamento de projetos. Em última análise, este serve como *benchmarking* para empresas que desejam adotar ferramentas de IA para gerir seus projetos ou que estão enfrentando dificuldades em sua implementação.

Em relação a limitações, embora se tenha consultado múltiplas bases de dados para a confecção deste estudo, excluíram-se trabalhos teóricos e conceituais, tais como revisões da literatura e modelos de pesquisa avaliados por meio de Modelagem de Equações Estruturais (MEE) ou DEMATEL. Tampouco se apresentaram ou exploraram soluções específicas para tratar os desafios elencados na RSL.

Futuros estudos devem elaborar mapas de cocitação e palavras-chave, bem como quantificar quais são os principais autores da área e os países com o maior número de publicações. Deve-se também elaborar uma nova análise bibliográfica para mapear de forma abrangente os principais desafios enfrentados pelas organizações quando da implementação da

IA na Gestão de Projetos de forma a compreender de maneira mais aprofundadas suas causas, facilitando, assim, a busca por soluções efetivas para eles.

Novos estudos devem ser conduzidos em campo a fim de identificar os desafios e impactos, bem como as ferramentas e técnicas de IA mais relevantes que estão sendo adotadas por Pequenas, Médias e Grandes empresas, traçando um paralelo comparativo entre elas. Ademais, devem-se estratificar os resultados obtidos para distintos segmentos dentro de um mesmo país, a fim de se obter uma visão holística sobre as barreiras, benefícios e ferramentas de cada um deles em relação à integração entre a IA e a Gestão de Projetos.

Deve-se também verificar os desafios e impactos do emergente *ChatGPT*, ferramenta de IA de linguagem natural, sobre a Gestão de Projetos a fim de avaliar seu potencial na otimização de tarefas, tomada de decisões estratégicas, análise e gerenciamento de riscos e comunicação em um determinado projeto.

REFERÊNCIAS

- AFOLABI, I.T.; ADEBIYI, A.A.; CHUKWURAH, E.G.; IGBOKWE, C.P. Decision support system for final year project management. **Notes in Engineering and Computer Science**, p.233-237, 2019.
- ALBOGAMI, S.M.; ARIFFIN, M.K.A.B.M.; AHMAD, A.; SUPENI, E.E.B. A new hybrid ahp and dempster—shafer theory of evidence method for project risk assessment problem. **Mathematics**, v.9, n.24, 2021.
- ALLAL-CHÉRIF, O.; SIMÓN-MOYA, V.; BALLESTER, A.C.C. Intelligent purchasing: How artificial intelligence can redefine the purchasing function. **Journal of Business Research**, v.124, p.69-76, 2021.
- ANGARA, J.; PRASAD, S.; SRIDEVI, G. DevOPs project management tools for sprint planning, estimation and execution maturity. **Cybernetics and Information Technologies**, v.20, n.2, p.79-92, 2020.
- BENTO, L.; R, GONÇALVES PEREIRA; DIAS, A.; DA COSTA, R.L. Artificial intelligence in project management: systematic literature review. **International Journal of Technology Intelligence and Planning**, v.13, n.2, p.143-163, 2022.
- BIANCHI, M.J.; CONFORTO, E.C.; REBETISCH, E.; AMARAL, D.C.; REZENDE, O.; DE PÁDUA, R. Recommendation of Project Management Practices: A Contribution to Hybrid Models. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v.69, n.6, p.3558-3571, 2022.
- CAPONE, C.; NARBAEV, T. Estimation of Risk Contingency Budget in Projects using Machine Learning. **IFAC-PapersOnLine**, v.55, n.10, p.3228-3243, 2022.
- CHENG, M.Y.; CAO, T.; HERIANTO, J.G. Symbiotic organisms search-optimized deep learning technique for mapping construction cash flow considering complexity of project. **Chaos, Solitons & Fractals**, v.138, 2020.
- ELMOUSALAMI, H.H. Data on Field Canals Improvement Projects for Cost Prediction Using Artificial Intelligence, **Data In Brief**, v.31, p.105688, 2020.
- ENGEL, C.; EBEL, P.; VAN GIFFEN, B. Empirically Exploring the Cause-Effect Relationships of AI Characteristics, Project Management Challenges, and Organizational Change. **Notes in Information Systems and Organisation**, v.47, n.2, p.166-181, 2021.
- GREESHMA, A.S.; EDAYADIYIL, J.B. Automated progress monitoring of construction projects using Machine learning and image processing approach. **Materials Today: Proceedings**, v.65, p.554-563, 2022.
- HASSANI, R.; EL IDRISSEI, Y.E.B. Proposal of a framework and integration of artificial intelligence to succeed IT project planning. **International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering**, v.8, n.6, p. 3396–3404, 2019.
- HUANG, X.; LIANG, M. Visual System Development for Construction Project Management by

- Using Machine Learning Algorithm. **Optik**, p.170460, 2022.
- INAN, T.; NARBAEV, T. HAZIR, O. A Machine Learning Study to Enhance Project Cost Forecasting. **IFAC-PapersOnLine**, v.55, n.10, p.3286-3291, 2022.
- JIANG, Y. Application of Data Mining Technology in Field Verification of Project Cost. **Advances in Multimedia**, v.2021, 2021.
- KARATAS, I.; BUDAK, A. Development and comparative of a new meta-ensemble machine learning model in predicting construction labor productivity. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2022.
- KHAN, K.S.; KUNZ, R.; KLEIJNEN, R.; ANTES, G. Five steps to conducting a systematic review. **Journal of the Royal Society of Medicine**, v. 96, p. 118-121. 2003.
- LI, H.; CAO, Q.; ZHU, H. Data-driven project buffer sizing in critical chains. **Automation in Construction**, v.135, p.104134, 2022.
- LI, S. Research on Data Mining Technology Based on Machine Learning Algorithm. **Journal of Physics: Conference Series**, v.1168, n.3, 2019.
- LI, W.; DUAN, P.; SU, J. The effectiveness of project management construction with data mining and blockchain consensus. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, 2021.
- LIANG, A.; TAO, L.; LEI, H. Combined machine-learning and EDM to monitor and predict a complex project with a GERT-type network: A multi-point perspective. **Computers & Industrial Engineering**, v.180, 2023.
- LISHNER, I.; SHTUB, A. Using an Artificial Neural Network for Improving the Prediction of Project Duration. **Mathematics**, v.10, n.22, 2022.
- LIU, S.; HAO, W. Forecasting the scheduling issues in engineering project management: Applications of deep learning models. **Future Generation Computer Systems**, v.123, v.85-93, 2021.
- MA, G.; WU, Z.; JIA, J.; SHANG, S. Safety risk factors comprehensive analysis for construction project: Combined cascading effect and machine learning approach. **Safety Science**, v.143, 2021.
- MARCATO, J.G. Adoção dos Pilares da Indústria 4.0 pelos Sistemas de Gestão de Segurança das Organizações: Uma Revisão Sistemática da Literatura. **Revista de Ciência e Tecnologia Fatec Lins**, v.7, n.14, p.229-241, 2021.
- MAPHOSA, V.; MAPHOSA, M. Artificial Intelligence in Project Management Research: a Bibliometric Analysis. **Journal of Theoretical and Applied Information Technology**, v.100, n.16, 2022.
- NIEDERMAN, F. Project management: openings for disruption from AI and advanced analytics. **Information, Technology & People**, v.34, n.6, p.1570-1599, 2021.
- PRASAD, K.S.N.; SARADHI, M.V.V. Comprehensive project management framework using machine learning. **International Journal of Recent Technology and Engineering**, v.8, n.2, p.1373-1377, 2019.
- PAN, Y.; ZHANG, L. A BIM-data mining integrated digital twin framework for advanced project management. **Automation in Construction**, v.124, p.103564, 2021.
- PMI – PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guia PMBOK®: Um Guia para o Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. 7ª Edição. Pennsylvania: PMI, 2021.
- RELICH, M.; NIELSEN, I. Estimating production and warranty cost at the early stage of a new product development project. **IFAC-PapersOnLine**, v.54, n.1, p.1092-1097, 2021.
- SABAHI, S.; PARAST, M.M. The impact of entrepreneurship orientation on project performance: A machine learning approach. **International Journal of Production Economics**, v.226, p.107621, 2020.
- SANCHEZ, F.; BONJOUR, E.; MICAELLI, J.P.; MONTICOLO, D. An Approach Based on Bayesian Network for Improving Project Management Maturity: An Application to Reduce Cost Overrun Risks in Engineering Projects. **Computers in Industry**, v.119, p.103227, 2020.
- SANHUDO, L.; CALVETTI, D.; MARTINS, J.P.; RAMOS, N.M.M.; MÉDA, P.; GONÇALVES, M.C.; SOUSA, H. Activity classification using accelerometers and machine learning for complex construction worker activities. **Journal of Building Engineering**, v.35, 2021.

- SANTOS, J.I.; PEREDA, M.; AHEDO, V.; GALÁN, J.M. Explainable machine learning for project management control. **Computers & Industrial Engineering**, v.180, 2023.
- SHARMA, H.; KIRTANI, V. Project Management Processes are important, but are stakeholders aligned correctly? **International Journal of Indian Culture and Business Management**, v.24, n.3, p.331-349, 2021.
- SINGH, A.P. Project Management Process Group and Knowledge Area: Review. **International Journal of Advance Research in Science and Engineering**, v.7, n.1, 2018.
- TABOADA, A.; DANESHPAJOUH, N.; TOLEDO, N.; DE VASS, T. Artificial Intelligence Enabled Project Management: A Systematic Literature Review. **Applied Sciences**, v.13, n.8, 2023.
- UDDIN, S.; ONG, S.; LU, H. Machine learning in project analytics: a data-driven framework and case study. **Scientific Reports**, v.12, n.1, 2022.
- VAN NIEKERK, J.; WIUM, J.; DE KOKER, N. The value of data from construction project site meeting minutes in predicting project duration. **Built Environment Project and Asset Management**, v.12, n.5, p.738-753, 2022.
- VICKRANTH, V.; BOMMAREDDY, S.S.R.; PREMALATHA, V. Application of lean techniques, enterprise resource planning and artificial intelligence in construction project management. **International Journal of Recent Technology and Engineering**, v.7, n.6C2, p.147-153, 2019.
- YANG, S. A systematic literature review on the disruptions of artificial intelligence within the business world: in terms of the evolution of competences. **Research Papers in Economics**, v.1, p.00-39, 2022.
- YU, L. Project engineering management evaluation based on GABP neural network and artificial intelligence. **Soft Computing**, v.27, n.10, p.6877-6889, 2023.