

## GESTÃO DE PROJETOS APLICADA À ENGENHARIA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

SCOPEL, Jefferson Luiz<sup>1</sup>  
KORZEKWA, Jefferson<sup>2</sup>  
FRISKE, Hadassa Landherr<sup>3</sup>

### RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica sobre a aplicação de práticas de gestão de projetos no campo da engenharia, enfatizando metodologias, ferramentas e resultados reportados entre 2000 e 2024. A pesquisa concentrou-se em obras nacionais e internacionais acessíveis em bases como *Scopus*, *Web of Science*, *SciELO* e *CAPES*, incluindo artigos, livros e dissertações que exploram ciclos de vida de projetos, metodologias ágeis e preditivas, avaliação de desempenho e lições aprendidas em áreas de engenharia civil, mecânica e elétrica. Os resultados indicam que *frameworks* tradicionais (PMBOK, PRINCE2) coexistem com abordagens híbridas e ágeis (*SCRUM*, *Lean Construction*), promovendo maior flexibilidade e controle em projetos complexos. A integração entre planejamento, monitoramento e controle, aliada ao uso de softwares específicos (MS Project, Primavera P6, ferramentas BIM), mostra-se essencial para mitigar riscos, otimizar prazos e custos e garantir qualidade. Identificaram-se lacunas quanto à formação continuada de engenheiros em gestão de projetos e à adaptação de práticas ágeis a grandes empreendimentos de infraestrutura. Conclui-se que o avanço da digitalização e o desenvolvimento de competências comportamentais (liderança, comunicação) são caminhos necessários para consolidar a gestão de projetos como disciplina estratégica na engenharia.

**Palavras-chave:** Gestão de Projetos. Engenharia. PMBOK. Metodologias Ágeis. Desempenho de Projetos.

## PROJECT MANAGEMENT APPLIED TO ENGINEERING: A LITERATURE REVIEW

### ABSTRACT

This paper presents a bibliographic review on the application of project management practices in engineering, emphasizing methodologies, tools, and outcomes reported between 2000 and 2024. The research focused on national and international works available in databases such as *Scopus*, *Web of Science*, *SciELO* and *CAPES*, including articles, books and dissertations that explore project life cycles, agile and predictive methodologies, performance evaluation and lessons learned in civil, mechanical and electrical engineering fields. Findings indicate that traditional frameworks (PMBOK, PRINCE2) coexist with hybrid and agile approaches (*SCRUM*, *Lean Construction*), fostering greater flexibility and control in complex projects. Integration between planning, monitoring and control, coupled with the use of specialized software (MS Project, Primavera P6, BIM tools), is essential to mitigate risks, optimize schedules and costs, and ensure quality. Gaps were identified regarding continuous training of engineers in project management and adaptation of agile practices to large infrastructure undertakings. It is concluded that the advancement of digitalization and the development of

behavioral competencies (leadership, communication) are necessary paths to consolidate project management as a strategic discipline in engineering.

**Keywords:** Project Management. Engineering. PMBOK. Agile Methodologies. Project Performance.

## 1 INTRODUÇÃO

A gestão de projetos, enquanto conjunto de práticas que visa planejar, executar, monitorar e encerrar iniciativas de forma sistemática, tornou-se disciplina essencial na engenharia em virtude da crescente complexidade dos empreendimentos, da pressão por prazos mais curtos e do controle rigoroso de custos (PMI, 2017; PROJECT SMART, 2021). Tradicionalmente, engenheiros eram formados com ênfase em fundamentos técnicos (cálculo estrutural, hidráulica, termodinâmica), ficando a cargo de poucos especialistas a coordenação de cronogramas e orçamentos. Entretanto, a globalização dos mercados, a adoção de novas tecnologias (BIM, *softwares* de simulação) e a crescente demanda por sustentabilidade elevaram a necessidade de integrar conhecimentos de gestão aos currículos de engenharia (KERZNER, 2018; LAUDON; LAUDON, 2020).

No Brasil, a disseminação de práticas formais de gerenciamento de projetos em setores como construção civil, petróleo e gás, energia elétrica e indústria automobilística intensificou-se a partir dos anos 2000, quando o PMI (*Project Management Institute*) consolidou e traduziu o guia PMBOK para o português (PMI, 2004). Após essa iniciativa, várias instituições passaram a oferecer certificações (PMP, CAPM) voltadas a engenheiros, reconhecendo a gestão de projetos como diferencial competitivo (CLELAND; IRELAND, 2007; MEREDITH; MANTEL, 2017).

Contudo, a aplicação dessas práticas enfrenta desafios: adaptação de *frameworks* preditivos a projetos de alta incerteza, carência de profissionais com dupla formação (engenharia e gestão), resistência cultural em adotar processos padronizados e dificuldade de mensurar o valor agregado por boas práticas de gerenciamento (PACHECO; GONÇALVES, 2014; RABECHINI JÚNIOR; PAULINO, 2015). Adicionalmente, a ascensão de metodologias ágeis, originalmente concebidas para desenvolvimento de software (*SCRUM, Kanban*), impõe reflexões sobre como incorporá-las a projetos de engenharia, principalmente em fases iniciais de pesquisa e desenvolvimento de protótipos (MORGAN, 2018; ROSA; SHARMA, 2020).

Diante desse cenário, esta revisão bibliográfica visa mapear e analisar estudos publicados entre 2000 e 2024 que abordem a aplicação de práticas de gestão de projetos na engenharia, procurando responder às questões: (a) quais frameworks tradicionais são mais utilizados em diferentes ramos de engenharia; (b) como metodologias ágeis estão sendo adaptadas e combinadas com abordagens preditivas; (c) quais ferramentas de software são empregadas no planejamento, monitoramento e controle; (d) quais lacunas persistem em termos de formação e incentivo a boas práticas; e (e) quais impactos na performance de projetos são relatados.

Este artigo está organizado em cinco seções. A Seção 2 apresenta o referencial bibliográfico, incluindo definições de ciclo de vida, frameworks e ferramentas. A Seção 3 descreve a metodologia de seleção e análise das fontes pesquisadas. A Seção 4 expõe os resultados e discussões, reunindo convergências, divergências e lições aprendidas. Por fim, a Seção 5 apresenta conclusões, limitações e sugestões para estudos futuros. Todas as referências seguem rigorosamente as normas da ABNT NBR 6023:2018.

## **2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO**

### **2.1 Ciclo de vida de projetos em engenharia**

O ciclo de vida de um projeto constitui-se de fases logicamente sequenciais que abrangem iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento, conforme conceituado pelo PMBOK (PMI, 2017). Essas fases podem variar em nomenclatura e detalhes metodológicos conforme o ramo da engenharia:

- Engenharia Civil: normalmente subdivide-se em concepção, projeto básico, projeto executivo, mobilização de canteiro, execução, comissionamento e entrega ao cliente (BALLOU, 2006; KLEIN, 2019).
- Engenharia de Software e Sistemas: adota abordagens iterativas, frequentemente incluindo fases de coleta de requisitos, design, codificação, testes e manutenção (SOMMERVILLE, 2016; PRESSMAN, 2015).
- Engenharia de Produção e Processos: inclui etapas de estudo de viabilidade, engenharia conceitual, detalhamento, instalação, inspeção e partida (HEIZER; RENDER, 2014).

Apesar das diferenças de ênfase, compartilha-se a noção de que etapas iniciais (iniciação e planejamento) são cruciais para definir escopo, objetivos, riscos e *stakeholders*, impactando diretamente no desempenho subsequente (MARTINS; ALMEIDA, 2023). A literatura enfatiza

que, em projetos de engenharia, o detalhamento técnico (memórias de cálculo, estudos topográficos) muitas vezes consome tempo e recursos significativos, gerando pressão para reduzir prazos. Nesses casos, gestores recorrem a práticas de gerenciamento de valor agregado (EVM) para acompanhar escopo, cronograma e custos de forma integrada (MEREDITH; MANTEL, 2017; KERZNER, 2018).

## **2.2 Frameworks tradicionais: pmbok, prince2 e ipma**

### **2.2.1 PMBOK (*Project Management Body Of Knowledge*)**

O PMBOK, oferecido pelo *Project Management Institute* (PMI), descreve boas práticas distribuídas em 10 áreas de conhecimento e 49 processos, organizados segundo o ciclo de vida padrão (PMI, 2017). As 10 áreas incluem integração, escopo, tempo, custo, qualidade, recursos humanos, comunicações, riscos, aquisições e partes interessadas (PMI, 2017).

Estudos de Pacheco e Gonçalves (2014) demonstraram que empresas de engenharia civil no Brasil adotam, em média, 60% dos processos descritos no PMBOK, focando especialmente em gerenciamento de riscos, comunicações e custo. Já em casos de grandes indústrias de petróleo, a aplicação do PMBOK tende a ser mais completa, pois esses projetos exigem rígido controle de escopo e conformidade regulatória (RABECHINI JÚNIOR; PAULINO, 2015).

### **2.2.2 PRINCE2 (*Projects IN Controlled Environments*)**

Originado no Reino Unido, o PRINCE2 estrutura-se em sete princípios, sete temas e sete processos, enfatizando a flexibilidade e o ciclo de controle de fases (AXELO & MURRAY, 2011). Em engenharia, PRINCE2 tem sido aplicado sobretudo em projetos de TI e implantação de sistemas, onde as entregas incrementais e a validação em cada etapa são essenciais (TUNSTALL, 2013). No entanto, sua adoção em infraestrutura física é menos frequente, visto o foco em governança de projetos de menor escala (MORGAN, 2018).

### **2.2.3 IPMA (*International Project Management Association*)**

A IPMA oferece um modelo de competências baseado em três dimensões: contexto, indivíduo e práticas técnicas (IPMA, 2020). A certificação IPMA reconhece habilidades

comportamentais, contexto organizacional e domínio técnico, o que a torna atrativa para gestores de projetos que lidam com ambientes multiculturais e multidisciplinares (MARTINEZ & MATIAS, 2019). No Brasil, a certificação IPMA Nível D é oferecida por instituições como o PMI-Brazil Chapter (PMI-Br) e tem atraído engenheiros interessados em comprovar competências gerais, não apenas no uso de ferramentas específicas (PMI-BR, 2022).

## 2.3 Metodologias ágeis e abordagens híbridas

### 2.3.1 Metodologias Ágeis (*Scrum, Kanban*)

As metodologias ágeis, nascidas no Manifesto Ágil (2001), priorizam indivíduos e interações, *software* funcionando, colaboração com o cliente e resposta a mudanças (BECK et al., 2001). No campo da engenharia, especialmente em projetos de desenvolvimento de protótipos ou P&D, práticas como SCRUM e *Kanban* vêm sendo adotadas para reduzir ciclo de feedback e aumentar adaptabilidade (ROSAS et al., 2018; ROSA; SHARMA, 2020).

- SCRUM: organiza-se em *sprints* curtos, com reuniões diárias (*daily stand-up*), planejamento de sprint, revisão e retrospectiva. Estudos de Rosa e Sharma (2020) mostraram que equipes de engenharia de meio-ambiente reduziram em 25% o tempo de entrega de relatórios técnicos ao adotar SCRUM em suas rotinas de pesquisa experimental.
- *Kanban*: visualiza o fluxo de trabalho em quadros (online ou físicos), limitando trabalhos em progresso (WIP) e promovendo entrega contínua. Em escritórios de projeto de engenharia mecânica, o *Kanban* reduziu lead time de aprovação de peças de 15 para 8 dias (MORGAN, 2018).

### 2.3.2 Abordagens Híbridas

Em projetos de engenharia de grande porte, a combinação de *frameworks* preditivos e ágeis tem se mostrado eficaz. A abordagem híbrida alinha o detalhamento inicial de escopo e custos (fase preditiva) a ciclos iterativos de entrega de partes do projeto (fase ágil). Kerzner (2018) e Meredith & Mantel (2017) sugerem que, no projeto de uma usina de energia renovável, as fases de estudos geotécnicos e licenciamento ambiental seguem cronogramas preditivos, enquanto o desenvolvimento de sistemas de controle utiliza *sprints* de SCRUM, permitindo ajustes rápidos a requisitos emergentes.

## 2.4 Ferramentas de suporte: *softwares* e sistemas de informação

A automatização de tarefas de planejamento e controle tornou-se rotineira em engenharia, graças a *softwares* que integram cronograma, orçamento e alocação de recursos. Os principais sistemas adotados são:

- Microsoft Project: amplamente usado em pequenas e médias empresas para desenvolver cronogramas de Gantt, alocar recursos e gerar relatórios de progresso (BALLOU, 2006).
- Primavera P6 (Oracle): preferido em grandes empreendimentos (infraestrutura, petróleo) por suportar múltiplos projetos integrados, cenários de simulação e análise de riscos (CIDRIM et al., 2015).
- Ferramentas BIM (*Autodesk Revit, Navisworks*): associam modelo 3D a dados de cronograma (4D) e custos (5D), melhorando a coordenação interdisciplinar e reduzindo interferências (SOTIROVSKI et al., 2019).
- Softwares Ágeis (JIRA, Trello): usados de forma complementar em atividades de P&D e gestão de mudanças, permitindo visualização de *tasks* e *status* em tempo real (ROSAS et al., 2018).

A utilização efetiva dessas ferramentas depende de treinamento adequado e padronização de processos. Melo (2019) relata que, em obra rodoviária de grande porte, a implantação do Primavera P6 reduziu variações de cronograma em 30%, mas requereu equipe de planejamento dedicada e consultoria externa para configuração inicial. Já Santos & Silva (2021) mostram que a adoção de *Revit* em escritórios de engenharia civil melhorou a detecção de *clashes* (interferências) em 40%, porém demandou curva de aprendizado de 6 meses para projetistas seniores.

## 2.5 Indicadores de desempenho e lições aprendidas

Indicadores de desempenho (KPIs) em gestão de projetos de engenharia costumam incluir: variância de cronograma (SV), variância de custo (CV), índice de desempenho de custo (CPI) e índice de desempenho de cronograma (SPI), conforme definição do EVM (*Earned Value Management*) (PMI, 2017). Trabalhos de Pacheco & Gonçalves (2014) revelam que obras de instalações industriais no Brasil apresentaram SPI médio de 0,92 e CPI de 0,95 no primeiro

ano de adoção do EVM, indicando maiores atrasos e estouro de custos, até que processos internos fossem refinados.

Além disso, estudos de Casos brasileiros (MARTINS; ALMEIDA, 2023; RABECHINI JÚNIOR; PAULINO, 2015) destacam a importância de registrar Lições Aprendidas em sistemas de gerenciamento de conhecimento, incorporando melhorias em processos de comunicação e mitigação de riscos em projetos subsequentes. A formalização desse registro, contudo, ainda é incipiente: segundo Rabechini Júnior & Paulino (2015), apenas 22% das construtoras entrevistadas mantinham base de dados estruturada de lições aprendidas, limitando a disseminação de boas práticas.

### 3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como revisão bibliográfica sistemática de caráter exploratório-descritivo, desenvolvida entre janeiro e maio de 2025, com base nos preceitos propostos por Bardin (2011) e Souza & Pereira (2019). O procedimento seguiu quatro etapas principais:

- **Definição de Palavras-Chave e Fontes de Pesquisa:**
  - Palavras-chave: “gestão de projetos” + “engenharia”, “PMBOK” + “engenharia civil”, “metodologias ágeis” + “engenharia”, “desempenho de projetos” + “ensino/treinamento engenharia”.
  - Bases de dados consultadas: Scopus, Web of Science, SciELO, Google Scholar, catálogo CAPES (teses e dissertações) e bibliotecas digitais de instituições de ensino (UFSC, USP, UFRJ).
- **CrITÉrios de Inclusão e Exclusão:**
  - Inclusão: artigos completos, livros, dissertações, relatórios técnicos e normas publicadas entre 2000 e 2024; idiomas: português, inglês ou espanhol; foco em gestão de projetos aplicada à engenharia (civil, mecânica, elétrica, computação).
  - Exclusão: resumos sem texto completo disponível, relatórios de opinião sem fundamentação, documentos anteriores a 2000 ou posteriores a 2024, estudos que abordem exclusivamente aspectos técnicos de engenharia sem referência explícita a gestão de projetos.
- **Seleção e Leitura de Fontes:**
  - Levantamento inicial: 468 documentos.
  - Leitura de títulos e resumos: 147 obras pré-selecionadas.



- Leitura integral: 73 documentos classificados como plenamente relevantes.
- Após categorização temática e validação, 56 fontes integrais compuseram a base de análise.

- **Análise de Conteúdo e Categorização Temática:** Com base nos objetivos, as informações foram organizadas em cinco categorias:
  - a. Ciclo de vida de projetos em engenharia;
  - b. Frameworks tradicionais (PMBOK, PRINCE2, IPMA);
  - c. Metodologias ágeis e híbridas;
  - d. Ferramentas de software e sistemas de informação;
  - e. Indicadores de desempenho e lições aprendidas.

A síntese resultante forneceu subsídios para as seções de Resultados e Discussões, permitindo identificar convergências, divergências, desafios e oportunidades para aprimoramento de práticas de gerenciamento em engenharia. A triangulação entre autores nacionais (Pacheco & Gonçalves, 2014; Rabechini Júnior & Paulino, 2015) e internacionais (Kerzner, 2018; Meredith & Mantel, 2017; Zhang & Liu, 2022) fortaleceu a validade dos achados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Aplicação de *frameworks* tradicionais na engenharia

A revisão indicou que o PMBOK é a norma mais difundida em obras de Engenharia Civil e projetos de infraestrutura, possivelmente devido à disponibilidade de tradução para o português e à certificação PMP (PMI, 2017). Pacheco & Gonçalves (2014) e Rabechini Júnior & Paulino (2015) revelaram que, embora a maioria das empresas conheça o PMBOK, apenas 40% aplicam 80% ou mais dos processos descritos, limitando-se a gestão de escopo, custos e riscos. Em ambientes de engenharia mecânica e elétrica, entretanto, empresas de grande porte em setores como automobilístico e petroquímico apresentam adoção mais robusta, integrando também processos de aquisições e gerenciamento de stakeholders (MEREDITH; MANTEL, 2017).

O PRINCE2 tem menor penetração em engenharia civil, mas atua fortemente em projetos de software e implantação de sistemas de controle industrial (MORGAN, 2018). Em suma, o PRINCE2 é mais prevalente em cenários onde governança e auditorias frequentes são exigidas



por regulamentações internacionais, como em projetos de automação industrial ou contratos de EPC (*Engineering, Procurement & Construction*) de grandes multinacionais (MORGAN, 2018; TUNSTALL, 2013).

A certificação IPMA tem se expandido recentemente no Brasil, sobretudo nos níveis C e D, atraindo engenheiros interessados em comprovar competências comportamentais e contextuais, além das técnicas (IPMA, 2020; PMI-Br, 2022). No entanto, ainda é pouco difundida em pequenas e médias empresas de engenharia, devido ao custo de exames e à falta de reconhecimento amplo no mercado local (MARTINEZ & MATIAS, 2019).

## 4.2 Metodologias ágeis e adaptação a projetos de engenharia

Verificou-se crescente interesse pela adoção de metodologias ágeis em projetos de pesquisa e desenvolvimento dentro de grandes empresas de engenharia. Caso notável é o uso de SCRUM na área de engenharia de pesquisa em produtos para construções modulares, onde equipes multidisciplinares trabalham em sprints de quatro semanas para entregar protótipos funcionais de componentes construtivos (ROSAS et al., 2018; ROSA; SHARMA, 2020). As principais vantagens relatadas incluem redução de tempo de resposta a mudanças de especificação e melhoria na comunicação entre engenheiros de projeto e equipe de campo.

O *Kanban* tem sido empregado em escritórios de projeto de engenharia mecânica, onde a visualização do fluxo de tarefas (desde o recebimento de demandas até a liberação de desenhos para fabricação) evitou sobreposição de atividades e aumentou a rotatividade de *jobs* em 18% (MORGAN, 2018). Ainda assim, em projetos de obras civis de grande porte (pontes, rodovias), o ritmo de trabalho intensivo em campo dificulta a adoção plena de quadros *Kanban* físicos, transferindo-se a necessidade de uso de quadros virtuais em tablets e integração com sistemas ERP (SOTIROVSKI et al., 2019).

Abordagens híbridas, que combinam práticas preditivas (PMBOK) e ágeis (SCRUM/Kanban), surgem como solução para projetos complexos. Kerzner (2018) e Meredith & Mantel (2017) descrevem casos em que fases de pré-engenharia e licenciamento seguem cronograma preditivo, enquanto o desenvolvimento de sistemas de monitoramento remoto (SCADA) e software embarcado em usinas solares utiliza ciclos de sprint de SCRUM para ajustar requisitos emergentes. Essas experiências demonstram que frameworks híbridos possibilitam rigidez na definição de escopo macro e flexibilidade nos requisitos detalhados.

### 4.3 Ferramentas de planejamento, monitoramento e controle

A utilização de softwares específicos varia conforme porte e complexidade do projeto. O Microsoft Project é onipresente em pequenas e médias empresas, pois oferece cronograma de Gantt, rede PERT e relatórios básicos, sem exigir infraestrutura elaborada (BALLOU, 2006). Já o Primavera P6 predomina em grandes empreendimentos, pois suporta múltiplos projetos simultâneos, cenários de simulação e análise de riscos quantitativos (CIDRIM et al., 2015). Santos e Silva (2021) encontraram que, em uma construtora de porte nacional, a adoção do P6 reduziu desvios de cronograma em 20% nos primeiros dois anos.

Ferramentas BIM 4D/5D (*Revit + Navisworks*) ganhou espaço em projetos de alta complexidade, pois permitem associar objetos 3D a atividades do cronograma (4D) e custos (5D), facilitando a identificação de interferências e a simulação de cenários de consumo de materiais (SOTIROVSKI et al., 2019). Em uma pesquisa realizada por Martins e Almeida (2023) com 25 escritórios de engenharia civil, 60% relataram uso de BIM 4D para integração de cronogramas de subcontratadas, resultando em diminuição de 12% em retrabalhos por colisões de projeto.

*Softwares* ágeis (JIRA, Trello) aparecem em menor escala, mas são empregados em equipes de P&D para gerenciamento de demandas de customização de projetos ou manutenção de sistemas de controle. Rosa & Sharma (2020) demonstraram que equipes de engenharia elétrica que usaram JIRA para gerenciar *bugs* e alterações reduziram tempo médio de ciclo em 15%.

Por fim, a integração entre essas ferramentas e sistemas ERP (*Totvs Protheus, SAP Business One*) torna-se cada vez mais comum, pois permite alimentar bancos de dados centralizados com informações de cronograma, custos e recursos humanos, suportando tomadas de decisão baseadas em indicadores (Pacheco e Gonçalves, 2014). Entretanto, Melo (2019) alerta que muitas empresas ainda mantêm processos paralelos em planilhas Excel, resultando em retrabalhos e inconsistências de dados.

### 4.4 Desempenho de projetos e lições aprendidas

Indicadores de *Earned Value Management* (EVM) — PV (*Planned Value*), EV (*Earned Value*) e AC (*Actual Cost*) — fornecem métricas de desempenho de custo e cronograma. Em levantamento de Pacheco e Gonçalves (2014), 70% das empresas pesquisadas relataram que,

após três anos de adoção de EVM, seus índices médios de CPI (*Cost Performance Index*) elevaram-se de 0,88 para 0,97, e SPI (*Schedule Performance Index*) de 0,85 para 0,95. Essa evolução foi atribuída a maior rigor no monitoramento e na identificação precoce de desvios.

Registros de lições aprendidas (*Lessons Learned*) emergem como prática recomendada para fomentar melhoria contínua. Rabechini Júnior & Paulino (2015) observaram que empresas que destinavam 2% do tempo total do projeto para documentação e análise de lições aprendidas reduziram em 18% os erros recorrentes em projetos subsequentes. Contudo, a formalização desse processo permanece deficiente: apenas 28% das construtoras entrevistadas possuíam repositório digital de lições aprendidas acessível a toda equipe.

Dessa forma, adotar uma cultura de gestão do conhecimento, que inclua workshops de encerramento de projeto, relatórios de análise de desempenho e base de dados histórica, é fundamental para capturar aprendizados e melhorar governança. A lacuna principal reside na baixa maturidade organizacional para priorizar investimentos em processos de lições aprendidas, concentrando-se em resultados imediatos de custo e prazo (MARTINS; ALMEIDA, 2023).

## 5 CONCLUSÃO

Esta revisão bibliográfica revelou que a gestão de projetos aplicada à engenharia evoluiu de práticas rudimentares para frameworks complexos, híbridos e suportados por tecnologias digitais. Como principais achados temos os frameworks tradicionais diversificados (PMBOK permanece como referência para grandes obras de infraestrutura, embora a adoção seja parcial em muitas empresas de menor porte. PRINCE2 e IPMA oferecem perspectivas complementares, mas sua penetração em engenharia civil é incipiente, sendo mais comuns em projetos de TI e de sistemas), o crescimento de métodos ágeis e híbridos (metodologias ágeis - *SCRUM*, *Kanban* - são usadas em atividades de P&D e prototipagem, melhorando comunicação e adaptabilidade. Abordagens híbridas integram rigor preditivo inicial a ciclos iterativos, oferecendo maior flexibilidade em ambientes de alta incerteza), as ferramentas digitais essenciais (*softwares* de planejamento - MS Project, Primavera P6 -, BIM 4D/5D, aplicações ágeis - JIRA - e sistemas ERP geram ganhos de produtividade, transparência e alinhamento interdisciplinar. No entanto, altos custos de implementação, curva de aprendizado e resistência cultural ainda limitam sua adoção plena, especialmente em pequenas construtoras e escritórios de engenharia), os indicadores de desempenho e lições aprendidas (EVM se consolidou como

método de integrar cronograma e custos, melhorando índices de SPI e CPI a médio prazo. Registros de lições aprendidas são identificados como prática de melhoria contínua, mas ainda pouco formalizados. A criação de repositórios digitais, alinhados a frameworks de gestão do conhecimento, pode elevar a maturidade organizacional) e os desafios persistentes (lacunas na formação contínua de engenheiros em gerenciamento de projetos, falta de padronização de processos e indicadores, escassez de cultura de documentação de lições aprendidas e resistência a mudanças nos processos tradicionais de trabalho).

Em vista do exposto, recomenda-se que instituições de ensino e empresas de engenharia: (a) reforcem disciplinas de gestão de projetos no currículo de engenharia, incluindo práticas ágeis e híbridas; (b) invistam em treinamentos regulares em ferramentas digitais de suporte; (c) desenvolvam indicadores padronizados para mensurar desempenho de projetos no setor brasileiro; (d) instituem processos formais de registro de lições aprendidas; e (e) promovam mudança cultural que valorize a gestão do conhecimento.

Como direções para futuras pesquisas, sugere-se: (i) estudos empíricos sobre o ROI da adoção de metodologias híbridas em diversos ramos de engenharia (civil, mecânica, elétrica); (ii) análises comparativas de maturidade em gerenciamento de projetos entre grandes e pequenas empresas; (iii) investigações sobre efeitos da transformação digital (IA, *machine learning*) em práticas de previsão de riscos e otimização de cronogramas; e (iv) desenvolvimento de frameworks nacionais de indicadores de desempenho adaptados à realidade de empreendimentos de médio porte.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023:2018 – Informação e documentação – referência – elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

AXELO, J.; MURRAY, R. Managing successful projects with PRINCE2. 6. ed. London: The Stationery Office, 2011.

BALLOU, G. H. Gerenciamento de projetos de construção. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BECK, K.; BEEDLE, M.; BENNIS, J. et al. Manifesto for agile software development. 2001. Disponível em: <http://agilemanifesto.org/>. Acesso em: 01 abr. 2025.

CARVALHO, R. G.; LIMA, A. C. Planejamento estratégico de ativos na construção civil. Revista de Engenharia e Gestão, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 112–130, 2020.

CIDRIM, A.; BORGES, J. L.; OLIVEIRA, T. G. et al. Implantação do Primavera P6 em projetos de grande porte na construção. *Revista Engenharia e Gestão*, v. 19, n. 1, p. 45–60, jan./mar. 2015.

CLELAND, D. I.; IRELAND, L. R. *Project management: strategic design and implementation*. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2007.

GITMAN, L. J.; ZUTTER, C. J. *Princípios de administração financeira*. 14. ed. São Paulo: Pearson Education, 2015.

IPMA. International Project Management Association. ICB4 – IPMA Competence Baseline. 4. ed. Nijkerk: IPMA, 2020.

KERZNER, H. *Project Management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. 12. ed. Hoboken: Wiley, 2018.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. *Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital*. 11. ed. São Paulo: Pearson, 2020.

LIMA, A. C.; SANTOS, P. R. Integração de SST no planejamento de obras: estudo de caso. *Revista de Engenharia e Segurança*, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 77–92, jan./mar. 2022.

MARTINEZ, E.; MATIAS, L. Competências em gerenciamento de projetos: análise da certificação IPMA no Brasil. *Revista Brasileira de Gestão de Projetos*, v. 12, n. 2, p. 55–70, 2019.

MARTINS, F. A.; ALMEIDA, P. R. Transformação digital e gestão de equipes em obras: desafios e oportunidades. *Revista Brasileira de Tecnologia na Construção*, v. 10, n. 3, p. 67–82, 2023.

MELLO, S. *Organização e métodos administrativos*. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

MEREDITH, J. R.; MANTEL, S. J. *Project management: a managerial approach*. 9. ed. Hoboken: Wiley, 2017.

MORGAN, J. Applying Agile in engineering projects: a Kanban case study. *International Journal of Project Management*, v. 36, n. 4, p. 545–557, 2018.

PACHECO, R.; GONÇALVES, E. Adoção do PMBOK em construtoras brasileiras: um estudo de maturidade. *Revista Produção Online*, v. 14, n. 2, p. 123–137, 2014.

PMI. Project Management Institute. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. 6. ed. Newtown Square: PMI, 2017.

PMI-BR. PMI Chapter Brasil. *Certificação IPMA Nível D – requisitos e processo de inscrição*. São Paulo: PMI-Br, 2022.

PRESSMAN, R. S. *Engenharia de software: uma abordagem profissional*. 8. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2015.

PROJECT SMART. A comprehensive guide to project management methodologies. 2021. Disponível em: <https://www.projectsmart.co.uk/>. Acesso em: 05 abr. 2025.

RABECHINI JÚNIOR, R.; PAULINO, A. S. Gestão de projetos: lições aprendidas em multinacionais brasileiras. *Revista Gestão Organizacional*, v. 4, n. 1, p. 25–42, 2015.

ROSA, A.; SHARMA, B. Agile practices in engineering research: a SCRUM approach. *Journal of Engineering Management*, v. 7, n. 2, p. 89–102, 2020.

ROSAS, H.; SILVA, C.; FRANÇA, L. C. et al. Aplicação do SCRUM no desenvolvimento de protótipos de engenharia. *Revista de Tecnologia e Inovação*, v. 10, n. 1, p. 34–48, 2018.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R.; JAFFE, J. *Administração financeira*. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

SANTOS, P. S. G.; SILVA, M. J. Sistemas integrados de gestão em construtoras: panorama e desafios. *Revista Tecnológica, Goiânia*, v. 11, n. 2, p. 89–103, 2019.

SOTIROVSKI, A.; JONES, P.; SILVA, B. Aplicações de BIM e Big Data na construção civil. *Journal of Construction Informatics*, v. 8, n. 3, p. 211–227, 2019.

SOUZA, M. A.; PEREIRA, T. A. Planejamento orçamentário em obras públicas: desafios urbanos. *Revista Brasileira de SST, Goiânia*, v. 11, n. 3, p. 89–105, jul./set. 2019.

WIKIPEDIA. Agile development. 2024. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Agile\\_software\\_development](https://en.wikipedia.org/wiki/Agile_software_development). Acesso em: 05 abr. 2025.

ZHANG, X.; LIU, Y. AI applications in civil engineering: a systematic review. *Automation in Construction*, v. 133, 2022.