GESTÃO DE CUSTOS NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS NA ERA BIM

Cost management in project development in the BIM Era

Natália Rosa Fantin
Universidade Federal do Rio de Janeiro | Rio de Janeiro, RJ | natalia.fantin@fau.ufrj.br

Monica Santos Salgado
Universidade Federal do Rio de Janeiro | Rio de Janeiro, RJ | monicassalgado@fau.ufrj.br

RESUMO

A gestão de custos na construção civil constitui um desafio recorrente, especialmente diante das instabilidades econômicas que impactam os preços dos insumos e serviços do setor. A análise de viabilidade técnica e econômica na fase inicial do projeto é essencial, embora muitas variáveis críticas só se revelem durante a orçamentação executiva, acarretando riscos e prejuízos aos empreendimentos. Nesse contexto, a precisão na estimativa de custos assume papel estratégico no apoio à tomada de decisões. A Modelagem da Informação da Construção (BIM) surge como uma ferramenta promissora para suprir essa demanda, oferecendo novas possibilidades para uma gestão de custos mais integrada e eficiente. Partindo dessa premissa, este artigo apresenta os resultados da revisão sistemática da literatura que teve por objetivo identificar quais são as abordagens metodológicas quanto à aplicação do BIM associado à gestão de custos da construção. Realizou-se uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com o objetivo de mapear as principais abordagens e soluções discutidas na produção científica recente. Os resultados evidenciam lacunas ainda pouco exploradas, especialmente quanto à integração do BIM com tecnologias digitais emergentes aplicadas à gestão de custos na construção civil.

Palavras-chave: Gestão de custos; Orçamento; Viabilidade econômica; BIM; Tecnologias digitais.

ABSTRACT

Cost management in the construction industry remains a recurring challenge, especially in light of economic instabilities that affect the prices of materials and services in the sector. Technical and economic feasibility analysis during the early design phase is essential, although many critical variables only become apparent during the detailed budgeting stage, leading to risks and financial losses for construction projects. In this context, cost estimation accuracy assumes a strategic role in supporting decision-making processes. Building Information Modeling (BIM) emerges as a promising tool to address this demand, offering new possibilities for more integrated and efficient cost management. Based on this premise, this article presents the results of a systematic literature review aimed at identifying the methodological approaches concerning the application of BIM in association with construction cost management. A Systematic Literature Review (SLR) was conducted to map the main approaches and solutions discussed in recent scientific literature. The results highlight gaps that remain underexplored, particularly regarding the integration of BIM with emerging digital technologies applied to cost management in construction.

Keywords: Cost management; Budget; Economic viability; BIM; Digital Tecnologies.

1 INTRODUÇÃO

A precisão na estimativa de custos é essencial para o apoio à tomada de decisões no campo da arquitetura e da construção civil (Losso, 1995; Bressiani, 2004). Segundo Gonçalves e Melhado (2017), a interferência da estimativa de custos em todas as etapas do projeto é recomendável, pois confere ao orçamento um papel ativo e assertivo na tomada de decisão, em contraposição ao seu tradicional papel passivo e posterior. Entretanto, para esses autores, "orçar é um processo lógico, evolutivo e dinâmico (...) mas projetar e orçar têm sido etapas totalmente dissociadas" (Gonçalves; Melhado, 2017, p. 4).

Nesse contexto, a modelagem da informação da construção (BIM) surge como um conjunto de atividades — políticas, processos e tecnologias — que permitem acompanhar o progresso da edificação ao longo de todo o seu ciclo de vida. De acordo com o National BIM Standard Committee (NBIMS, 2007), o BIM pode ser compreendido a partir de três dimensões complementares: como produto, representa uma modelagem digital inteligente de dados; como processo, automatiza o uso das informações; e como ferramenta (tecnologia), gerencia o fluxo de trabalho durante a vida útil da edificação.

As competências relacionadas ao BIM, conforme proposto por Succar, Sher e Williams (2013), distribuem-se entre os campos da execução, do domínio e das habilidades pessoais. Experiências como as de Borges, Lima e Barros Neto (2021), que desenvolveram objetos de aprendizagem BIM para o aprimoramento de competências na orçamentação de projetos, evidenciam o potencial dessa abordagem para o aprendizado e a aplicação prática na estimativa de custos.

Embora desde 2017 existam publicações especializadas que orientam os profissionais na adoção do BIM para quantificação, orçamentação, planejamento e gestão dos serviços da construção (ABDI, 2017), o levantamento bibliográfico realizado por Dias (2023) apontou, entre as principais barreiras, a ausência de publicações aplicadas a situações reais de mercado; o baixo nível de detalhamento dos projetos; e a restrição da abordagem do tema ao meio acadêmico, sem conexão com o mercado de trabalho. Complementarmente, Sepasgozar et al. (2022) analisaram 104 artigos científicos provenientes de bases como Scopus e Google Scholar, focando em publicações entre 2010 e 2020, e mapearam clusters temáticos relacionados à aplicação do BIM no Construction Cost Management (CCM), consolidando uma base teórica robusta que orienta futuras investigações e práticas inovadoras voltadas à modernização da gestão de custos na construção civil. Para os autores, foram descritos os seguintes clusters: 1. BIM e modelagem 3D para estimativas de custo e quantificação (22 artigos); 2. Implementação do BIM para medições, caminhos de risco e controle de sobrecustos (13 artigos); 3. Gerenciamento e controle de custos (6 artigos); e 4. BIM aplicado ao design virtual e à gestão de valor (20 artigos).

Diante do exposto, este artigo busca responder à seguinte questão de pesquisa: quais são as abordagens metodológicas e os resultados reportados na literatura científica, nos últimos cinco anos, acerca da aplicação do BIM para a gestão de custos na arquitetura? Para tanto, propõe-se realizar uma revisão sistemática da literatura (RSL) com o objetivo de mapear as discussões e experiências relacionadas à gestão de custos integrada ao processo de projeto arquitetônico por meio da metodologia BIM, com ênfase em casos reais, a fim de verificar a efetiva apropriação dessa metodologia pelos profissionais.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de caráter exploratório, com o objetivo de construir hipóteses e subsidiar estudos futuros sobre a integração entre a gestão de custos e o processo de projeto arquitetônico por meio do BIM. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) voltada à identificação de experiências, métodos e abordagens de orçamentação utilizando a metodologia BIM.

Na etapa de planejamento, foi delimitado o problema de pesquisa a partir do questionamento: "Quais são as abordagens metodológicas e os resultados reportados na literatura científica quanto à aplicação do BIM para fins de gestão de custos na arquitetura?" Com base nessa delimitação, foram definidos os descritores utilizados nas estratégias de busca: em português, os termos "Gestão de Custos" AND "Arquitetura" AND "Building Information Modeling"; em inglês, "Cost Management" AND "Architecture" AND "Building Information Modeling". A seleção das bases de dados seguiu o critério de abrangência e relevância científica, sendo escolhidas a base de Periódicos da CAPES e a base internacional Scopus.

Na etapa de execução, foram aplicados filtros de refinamento nas bases, limitando os resultados por idioma (português e inglês), tipo de documento (artigos científicos), e áreas temáticas correlatas à construção civil, arquitetura e tecnologia da informação dos últimos cinco anos. Após a aplicação dos filtros, obteve-se um total de 52 artigos na base Periódicos CAPES e 243 artigos na Scopus.

A seguir, realizou-se a triagem e seleção dos estudos, subdividida em três níveis: leitura de títulos, leitura de resumos e leitura do conteúdo completo. A primeira triagem, baseada exclusivamente na leitura dos títulos, reduziu o número de estudos para 23 (CAPES) e 158 (Scopus). A segunda triagem, a partir da leitura dos resumos, resultou em 19 e 46 artigos, respectivamente. Por fim, na terceira etapa, procedeu-se à leitura completa dos textos, considerando critérios de inclusão (aderência ao tema, aplicação do BIM à gestão de custos, acessibilidade ao conteúdo integral) e exclusão (duplicidade, superficialidade do conteúdo, ausência de aderência metodológica), o que resultou na seleção de 10 artigos provenientes de cada base, totalizando 20 artigos ao final do processo.

A fase final da RSL consistiu na extração e sistematização dos dados dos estudos selecionados. As informações foram organizadas em dois instrumentos: (i) o Quadro 1, que resume numericamente o desempenho das etapas da triagem nas duas bases de dados; e (ii) a Tabela 1, que lista os títulos, autores e anos de publicação metodologia e principais resultados dos 20 artigos selecionados.

Quadro 1: Revisão Sistemática de Literatura - Resultados Parte I

BASES	PERIÓDICOS CAPES	SCOPUS
Descritores	**“Gestão De Custos” E “Arquitetura” E “Building Information Modeling”**	**“cost management” AND architecture” AND “Building Information Modeling”**
Aplicação dos filtros	52	243
Seleção por título	23	158
Seleção por resumo	19	46
Seleção por conteúdo	10	10
Total	20	

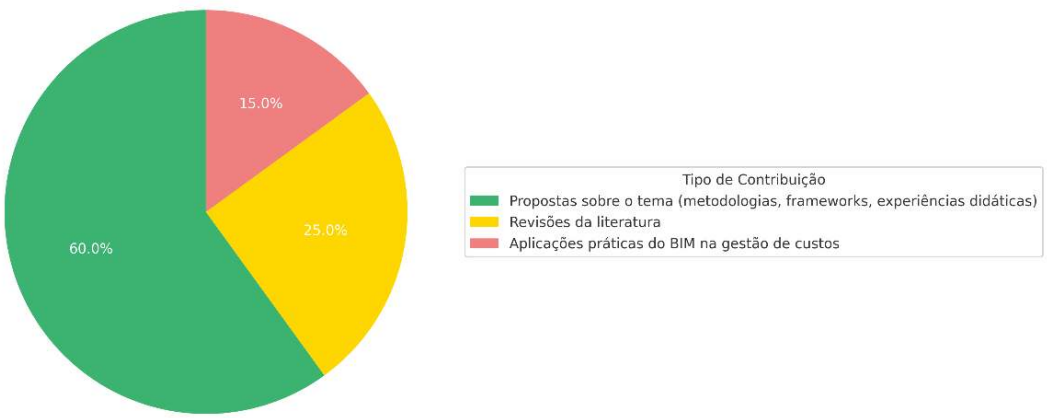
Fonte: Os autores

Os estudos extraídos foram então utilizados como base para análise temática, categorização metodológica e discussão dos principais achados sobre a integração do BIM aos processos de estimativa, controle e planejamento de custos na construção civil.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os vinte artigos analisados nesta revisão sistemática apresentam uma diversidade de abordagens metodológicas aplicadas à investigação da integração do BIM com a gestão de custos na construção civil, como demonstrado pelo Gráfico 01 e mais detalhadamente pela Tabela 01.

Gráfico 01: Distribuição dos Artigos por tipo de contribuição



Fonte: Dos Autores

A revisão corrobora os resultados apresentados pela pesquisa de Dias (2023) na medida que a maioria dos trabalhos referem-se a novas metodologias, experiências didáticas (60%) ou revisão da literatura (25%). Poucos trabalhos apresentam resultados reais (e benefícios) da adoção do BIM na gestão de custos (15%).

Vários trabalhos basearam-se em metodologias comparativas, avaliando o desempenho do BIM em relação a métodos tradicionais de orçamentação. É o caso do estudo conduzido por pesquisadores iranianos, que aplicaram uma lista de verificação com critérios de qualidade para avaliar modelos BIM e compararam os resultados obtidos com estimativas convencionais, evidenciando ganhos significativos em precisão e agilidade. De forma semelhante, outros estudos realizaram comparações práticas entre métodos manuais e automáticos, como a extração de quantitativos com e sem o uso de ferramentas BIM.

Tabela 1: Resultado da análise com os artigos selecionados, metodologia e principais resultados

ANO	TÍTULO	AUTORES	METODOLOGIA	PRINCIPAIS RESULTADOS
2024	Applying Building Information modelling (BIM) Technology in Pre-Tender Cost Estimation of Construction Projects: A Case Study in Iran	RASHIDI, A. et al.	Avaliação de modelos BIM iranianos com checklist de critérios de qualidade; comparação entre métodos tradicionais e BIM.	Modelos BIM resultam em estimativas mais precisas e rápidas. Sugestão de integrar IA para avaliação de qualidade dos modelos.
2024	The Impact of BIM Technology on the Lifecycle Cost Control of Prefabricated Buildings: Evidence from China	SUN, J.; LI, R. Y. M.; DEEPRASERT, J.	Revisão bibliográfica + questionário com 364 profissionais usando SEM para análise de 22 fatores.	BIM reduz custos em todas as fases do ciclo de vida; maior impacto na construção e instalação; integração com IA e RFID potencializa resultados.
2024	Analysis of 5D BIM for Cost Estimation, Cost Control and Payments	PISHDAD, P IHUOMA O	Revisão sistemática + proposição de framework conceitual aplicado a megaprojetos ferroviários australianos	O framework melhora a governança e a gestão financeira em projetos complexos; propõe diretrizes para integração do BIM com políticas públicas
2024	Minimizing Cost Overrun in Rail Projects through 5D-BIM: A Conceptual Governance Framework	MOEHLER, R. C. et al.	Proposta de um sistema de gestão de custos com BIM baseado em três dimensões (controle de processo, auditoria ampla e gestão graduada)	Sistema permite estimativas mais precisas; redução de 25% nos custos com uso de BIM e matriz de adjacência para controle orçamentário
2023	BIM+ Engineering Cost Estimation Optimization Based on Equivalent Approximate Linear Model	LU, Y.; WANG, Y.; HUANG, L.	Proposta de modelo matemático baseado em aproximação linear para otimização de custos via BIM.	Maior precisão e estabilidade em estimativas de engenharia; promove eficiência no uso de dados multidisciplinares.
2023	A Comprehensive Analysis of BIM Technology's Critical Role in Assessing Cost for Complex Dam Construction Projects	HASAN, H.; NAIMI, S.; HAMEED, M. M.	Estudo de caso e revisão bibliográfica sobre projetos de barragens.	BIM melhora análise de custo em obras hidráulicas complexas; destaca interoperabilidade e visualização como fatores chave.
2023	Inteligência artificial para automação de estimativa de custo em projeto arquitetônico	GOMES, A. B. M. F. et al.	Implementação de IA em modelos BIM para simulação de custo em projeto residencial.	IA integrada ao BIM permite orçamentos instantâneos e automação de quantitativos; ganho de tempo e confiabilidade.
2023	Panorama, vantagens e desafios da orçamentação em BIM no cenário brasileiro	ALBUQUERQUE, L. P. C. de; MICELI, G.; PELLANDA, P. C.	Análise de literatura e estudos de caso no contexto brasileiro	BIM permite integração de dados e aumento da eficiência, mas enfrenta barreiras como interoperabilidade e cultura organizacional
2023	Exploring the Construction of an All-Round Cost Management System for Construction Projects	ZHANG, J. et al.	Aplicação didática de BIM 5D em disciplina de orçamentação com software AltoQi	Desenvolve compreensão prática do orçamento 5D; estimativas conectadas ao modelo IFC aumentam precisão e produtividade
2022	A orçamentação aliada ao BIM no ensino de arquitetura e urbanismo	ROMCY, N. M. e S.; ALBUQUERQUE, R. F. de; NUNES, T. A.	Relato de experiência didática com aplicação de Archicad para extração de quantitativos	Contribuição do BIM no ensino de orçamento, melhorando a compreensão da estimativa de custos a partir da modelagem digital
2022	BIM 5D aplicado à disciplina de orçamento de empreendimentos	CASTRO, I. P. de; SANTOS, F. G.	Modelo de simulação baseado em cenários aplicado à terraplenagem, utilizando programação e parâmetros técnicos	O modelo permitiu maior previsibilidade de custos, reduzindo incertezas na fase de planejamento de obras de infraestrutura

2022	A Scenario-Based Simulation Model for Earthwork Construction Cost Estimation	PISHDAD, P IHUOMA O.	Proposta pedagógica para integrar BIM e orçamento em matriz curricular de curso de Arquitetura	Integração favorece aprendizado aplicado de estimativas de custo com base em modelos 3D; promove inovação no ensino
2021	Modelagem BIM para orçamentação com uso do SINAPI	ANDRADE, F. M. R.; BIOTTO, C. N.; SERRA, S. M. B.	Comparação entre planejamento 4D com BIM e o método tradicional em projeto de edifício residencial	BIM 4D permite visualização integrada do cronograma e modelo; otimiza tempo e detecta conflitos de execução
2021	BIM 4D e 5D aplicado à disciplina de orçamentação de empreendimentos	CASTRO, I. P. de.	Proposta conceitual baseada em revisão e framework aplicado ao IPD com BIM	BIM pode transformar estruturas de custo em projetos com entrega integrada; promove alinhamento financeiro entre stakeholders
2020	Planejamento em BIM 4D comparado ao planejamento tradicional	DIAS, D. P. B.	Entrevistas com profissionais e análise qualitativa em projetos com aplicação de BIM 5D no Reino Unido	Uso do BIM 5D proporciona melhor comunicação entre equipes e controle contínuo de custos
2020	Revolutionising cost structure for integrated project delivery: a BIM-based solution	ELGHAISH, F. et al.	Estudo de caso com modelo BIM em obra de pequeno porte; uso do Microsoft Project e Revit	Integração tempo e custo com BIM aumenta assertividade no controle de obra e permite visualização dinâmica do cronograma
2020	Implementing 5D BIM on construction projects: contractor perspectives from the UK construction sector	HEESOM, D.; MOSES, T.	Revisão de literatura e categorização de benefícios e desafios na implementação de BIM 4D	Benefícios incluem detecção de conflitos, melhor visualização e planejamento de obras; desafios em compatibilização e treinamento
2019	Plano De Gerenciamento De Custo x Tempo Utilizando A Metodologia BIM	ROVER, A.; SCHULZE, F. D.; PIETROWSKI, W.	Comparação prática entre métodos tradicionais e extração automática de quantitativos via BIM	Maior agilidade e precisão com o uso de BIM; pontadas necessidades de capacitação e padronização
2019	BIM 4D no planejamento de obras: detalhamento, benefícios e dificuldades	SILVA, P. H.da; CRIPPA, J.; SCHEER, S.	Aplicação didática com software AltoQi para extração e vinculação de dados orçamentários a modelos 3D	Facilita aprendizagem prática da orçamentação; promove integração entre etapas do projeto com maior controle
2019	Avaliação de quantitativos e planejamento de custos utilizando processo BIM	BENAZZI, L. A.; FREIRE, F.	Criação de modelos desenvolvidos no ARCHICAD 21 BR para extrair quantitativos automatizados de revestimentos, comparando-os com dados obtidos por métodos tradicionais em CAD.	A aplicação do BIM demonstrou maior precisão, organização e eficiência na estimativa de custos, otimizando a interoperabilidade entre o modelo digital e planilhas orçamentárias.

Fonte: Os autores

Alguns autores optaram por metodologias quantitativas, como o estudo desenvolvido na China, que aplicou questionários a 364 profissionais e utilizou a técnica de Modelagem de Equações Estruturais (SEM) para analisar 22 fatores relacionados ao impacto do BIM no controle de custos ao longo do ciclo de vida de edifícios pré-fabricados.

Outros estudos adotaram abordagens qualitativas ou mistas, um exemplo é o artigo do Reino Unido que investigou a percepção de contratantes sobre o uso do BIM 5D em projetos reais, fornecendo subsídios importantes para a compreensão das barreiras institucionais e operacionais que afetam a implementação da tecnologia.

Parte significativa da produção analisada fundamenta-se em estudos de caso aplicados, que documentam a utilização do BIM em empreendimentos específicos. Nestes casos, os pesquisadores relataram a aplicação de softwares como Revit, Archicad, AltoQi Visus e Microsoft Project, explorando sua capacidade de integração entre modelo tridimensional e dados orçamentários.

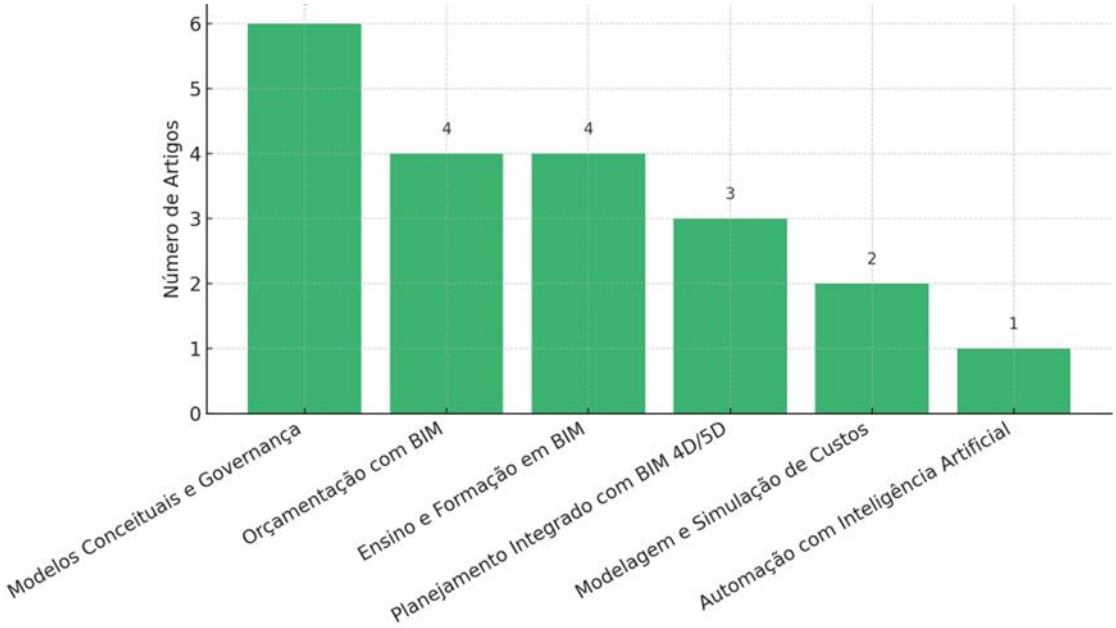
No campo educacional, diversas metodologias foram baseadas em relatos de experiência didática ou propostas curriculares. Tais estudos buscaram relatar a implementação do BIM no ensino de disciplinas de orçamento em cursos de Arquitetura e Engenharia, analisando seus impactos na formação de profissionais. As atividades didáticas envolveram exercícios com modelagem e orçamentação, promovendo uma aprendizagem baseada em projeto e desenvolvendo competências digitais alinhadas às demandas da indústria.

Destacam-se também as pesquisas com caráter propositivo-conceitual, voltadas à construção de frameworks e modelos teóricos. Esses estudos propõem estruturas de governança, reconfiguração da estrutura de custos em contratos com entrega integrada (IPD) e sistemas tridimensionais de gestão orçamentária, com ênfase na sistematização e transparência de dados.

Por fim, vale mencionar a presença de metodologias baseadas em simulação computacional, como o desenvolvimento de modelos parametrizados para previsão de custos em obras de terraplenagem. Estes estudos evidenciam o potencial do BIM, combinado a modelos matemáticos e computacionais, para ampliar a previsibilidade e mitigar riscos em obras de infraestrutura.

A análise dos artigos selecionados envolvendo a aplicação do BIM para gestão de custos na construção civil revela a emergência de cinco principais eixos temáticos, os quais abordam metodologias, ferramentas e práticas associadas ao uso do BIM em diferentes fases e dimensões do planejamento orçamentário. Os Grupos temáticos encontrados foram: (1) Automação com Inteligência Artificial; (2) Ensino e Formação em BIM; (3) Modelagem e Simulação de Custos; (4) Modelos Conceituais e Governança, (5) Orçamentação com BIM e (6) Planejamento Integrado com BIM4D/5D como ilustrado pelo Gráfico 02. A seguir são analisados os principais pontos de cada um

Gráfico 2: Distribuição dos artigos por grupo temático.



Fonte: Os autores

O primeiro grupo temático reúne uma publicação que trata da integração entre BIM e sistemas de inteligência artificial (IA) aplicados à orçamentação. O artigo (Gomes *et al.*, 2023) destaca o uso de algoritmos e modelos de aprendizado de máquina como ferramentas complementares ao BIM.

O segundo eixo trata do uso do BIM no ensino de orçamentação em cursos de Arquitetura e Engenharia. Os estudos inseridos neste grupo discutem experiências pedagógicas com ênfase no desenvolvimento de competências digitais para futuros profissionais (Castro & Santos, 2022; Romcy *et al.*,2022; Romcy, Santos & Almeida,2021; Castro, 2021). A abordagem didática geralmente utiliza softwares de modelagem como Archicad e AltoQi, associando modelagem tridimensional à estimativa de custos. Os resultados revelam ganhos significativos na compreensão do processo orçamentário por parte dos estudantes, além de fomentar a interdisciplinaridade.

O terceiro grupo é composto por pesquisas que empregam modelagem computacional e simulações baseadas em cenários para prever custos em projetos de infraestrutura. Nestes estudos, a utilização do BIM é associada à criação de modelos parametrizados que contemplam múltiplas variáveis técnicas (Lu *et al.*, 2023; Rachmawati *et al.*, 2022). Os autores apontam que a simulação orientada por dados pode ser uma alternativa robusta frente à variabilidade típica dos custos na construção pesada.

O quarto grupo temático envolve propostas de frameworks teóricos e conceituais para reconfiguração da estrutura de custos em projetos de engenharia, com ênfase em contratos de entrega integrada (Integrated Project Delivery – IPD) e sistemas de governança orçamentária. Os artigos que compõem esse eixo foram produzidos em países como Reino Unido e Austrália e apresentam um nível elevado de maturidade tecnológica (Sun *et al.*, 2024; Moehler *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2023; Hasan *et al.*, 2023; Elghaish *et al.*, 2020; Heesom & Moses, 2020). As contribuições destacam o papel do BIM como um vetor de transparência, controle e integração entre agentes do projeto, promovendo alinhamento de interesses, rastreabilidade das decisões e maior assertividade financeira.

O grupo voltado à orçamentação tradicional com BIM contempla estudos que exploram a aplicação prática da modelagem para estimativa de custos a partir de composições nacionais de preços, como o SINAPI no Brasil. Os artigos enfatizam a extração automática de quantitativos e a vinculação direta com bancos de dados orçamentários, propondo soluções para aumentar a precisão e a agilidade no processo de orçamento (Rashidi *et al*., 2024; Albuquerque *et al*., 2023; Benazzi & Freire, 2019; Andrade *et al*., 2021). Apesar dos avanços, as publicações ressaltam dificuldades recorrentes, como a interoperabilidade entre softwares, a necessidade de modelagens específicas para cada item orçamentário e a carência de normatização dos parâmetros de extração de dados.

O grupo temático voltado ao Planejamento Integrado com BIM 4D/5D reúne estudos que investigam a aplicação da modelagem da informação da construção associada ao planejamento do tempo e da execução das obras. Esses trabalhos destacam o uso do BIM como instrumento de visualização e controle cronológico, em especial no sequenciamento de atividades, simulações de obra e detecção de interferências ao longo do ciclo de execução (Dias, 2020; Silva et al., 2019; Rover et al., 2019; Castro, 2021). Apesar dos benefícios, os artigos apontam limitações relevantes, como a dependência de modelagens compatíveis com os softwares de cronograma (por exemplo, Microsoft Project, Navisworks ou ferramentas específicas como AltoQi Visus), bem como a necessidade de qualificação técnica para operar e integrar diferentes plataformas. Outra questão recorrente é a dificuldade de atualização dos modelos em tempo real no canteiro de obras, o que pode comprometer a efetividade do planejamento 4D em ambientes de alta variabilidade.

Por fim, a análise temática da literatura evidencia que o uso do BIM para gestão de custos transcende a simples automação de tarefas orçamentárias. A revisão realizada indica o uso restrito da metodologia BIM para a gestão de custos, na medida que a maior parte dos artigos apresentam propostas a serem consideradas, mas que de fato ainda não foram testadas/adotadas na prática profissional. Embora os artigos e pesquisas analisadas possam indicar uma transformação estrutural no que se refere à adoção do BIM para além da modelagem geométrica, ainda são poucos os relatos de casos reais onde a metodologia foi adotada e seus benefícios profissionais percebidos. A convergência entre BIM, IA, simulação computacional e modelos colaborativos reforça a ideia de que a gestão de custos está cada vez mais apoiada em dados integrados e modelagens inteligentes (Gomes *et al*., 2023). Ao mesmo tempo, desafios como a padronização, a formação técnica e a resistência institucional seguem como barreiras importantes à plena adoção dessas tecnologias no setor da construção civil.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da realização de uma RSL, foi possível mapear, de forma crítica os caminhos metodológicos e temáticos que têm estruturado as pesquisas sobre gestão de custos no processo de projeto mediado pelo BIM nos últimos cinco anos. Os resultados evidenciam quatro principais tendências emergentes: (1) a incorporação de técnicas de inteligência artificial para automatizar estimativas de custo a partir de modelos BIM, reduzindo o tempo e aumentando a precisão; (2) a consolidação do BIM como ferramenta pedagógica eficaz para o ensino de orçamentação e planejamento 4D e 5D, favorecendo a formação prática de estudantes em Arquitetura e Engenharia; (3) as restrições técnicas derivadas da necessidade de uma modelagem tridimensional detalhada e específica para a extração confiável de quantitativos e vinculação com bases como o SINAPI; e (4) o avanço das abordagens baseadas em simulação computacional e programação paramétrica, que apontam para uma gestão de custos orientada por dados e algoritmos integrados ao modelo digital. Os grupos temáticos identificados corroboram os clusters apresentados por Sepasgozar *et al.* (2022), ao confirmarem a centralidade da modelagem, orçamentação e planejamento integrado com BIM na gestão de custos na construção civil. Além disso, ampliam essa compreensão ao incorporar dimensões complementares, como a automação com inteligência artificial e a formação profissional em BIM, que, embora não explicitamente contempladas nos clusters iniciais, representam áreas emergentes e essenciais para a evolução das práticas de construção digital. Assim, os grupos temáticos não apenas reforçam a base teórica consolidada, mas também enriquecem o panorama ao evidenciar novas tendências tecnológicas e educacionais que potencializam a adoção e a eficácia do BIM no gerenciamento de custos e processos construtivos.

Um indicador importante dessa pesquisa é a necessidade de se inserir de forma definitiva as possibilidades oferecidas pela metodologia BIM na gestão de custos dentro do canteiro de obras. É preciso descobrir por que este movimento encontra tantas barreiras, uma vez que já existem diversos mecanismos para facilitar a incorporação do BIM na gestão de custos.

Conclui-se, portanto, que as propostas acadêmicas para uso do BIM na gestão de custos têm evoluído de forma significativa, consolidando-se como um recurso estratégico para maior previsibilidade e precisão no planejamento financeiro de empreendimentos. A tendência à integração com tecnologias emergentes e o fortalecimento de abordagens interdisciplinares apontam para um campo de pesquisa dinâmico, com grande

potencial de impacto na formação profissional, na prática projetual e na cultura tecnológica da construção civil contemporânea. No entanto, é necessária uma investigação mais profunda das limitações para uma adoção mais prática, nos canteiros de obra e escritórios e projeto, do BIM na gestão de custos.

5 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. As autoras também agradecem o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC: a implantação de processos BIM. Brasília**: ABDI, 2017. Disponível em: https://api.abdi.com.br//file-manager/upload/files/GUIA_BIM_06_20171123_WEB.pdf. Acesso em: 25 jun. 2025.

ALBUQUERQUE, L. P. C. de; MICELI, G.; PELLANDA, P. C. Panorama, vantagens e desafios da orçamentação em BIM no cenário brasileiro. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 14, 2023. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8667843>. Acesso em: 12 abr. 2025. doi: https://doi.org/10.20396/parc.v14i00.8667843.

ANDRADE, F. M. R.; BIOTTO, C. N.; SERRA, S. M. B. Modelagem BIM para orçamentação com uso do SINAPI. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 93–111, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/170318>. Acesso em: 12 abr. 2025. doi: https://doi.org/10.11606/gtp.v16i2.170318.

BENAZZI, L. A.; FREIRE, F. Avaliação de quantitativos e planejamento de custos utilizando processo BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/169>. Acesso em: 12 abr. 2025.

BORGES, R. M. S.; Lima, M. M. X. de; Barros Neto, J. de P.. Objeto de aprendizagem BIM para o levantamento de quantitativos e de custos em GCC-I/UFC. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 3., 2021. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1. DOI: 10.46421/enebim.v3i00.295. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/295. Acesso em: 10 jun. 2024.

BRESSIANI, L., PARISOTTO, HEINECK, L.F.M., Análise de Variáveis Geométricas utilizadas nas Estimativas Preliminares de Custo. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais [...].** 18-21, Julho, 2004, São Paulo. ISBN 85-89478-08-4.

CASTRO, I. P. de; SANTOS, F. G. BIM 5D aplicado à disciplina de orçamento de empreendimentos. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 4., 2022. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2022. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/1877>. Acesso em: 12 abr. 2025.

CASTRO, I. P. de. BIM 4D e 5D aplicado à disciplina de orçamentação de empreendimentos. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 3., 2021. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2021. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/281>. Acesso em: 12 abr. 2025.

DIAS, R.S. Gestão de custos na construção civil no Brasil de 2019 a 2023 com uso do BIM: revisão sistemática da literatura. 2023. 43 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Orientador: Joseph Salem Barbar. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/39832/1/GestaoCustosConstru%C3%A7ao.pdf.pdf. Acesso em: 12 abr. 2025.

DIAS, D. P. B. Planejamento em BIM 4D comparado ao planejamento tradicional. **Engineering Sciences**, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 26–44, 2020. Disponível em: <https://www.engscience.org/index.php/engscience/article/view/4>. Acesso em: 12 abr. 2025.

ELGHAISH, F. et al. Revolutionising cost structure for integrated project delivery: a BIM-based solution. **Engineering, Construction and Architectural Management**, Bingley, v. 27, n. 7, p. 1583–1606, 2020. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ECAM-04-2019-0222/full/html>. Acesso em: 12 abr. 2025. doi: https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2019-0222.

GONÇALVES C. M.; Melhado, S. Gestão do custo da construção para atender a meta do negócio. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2017 - João Pessoa- PB; **Anais...**PortoAlegre: ANTAC.p x-y

GOMES, A. B. M. F. et al. Inteligência artificial para automação de estimativa de custo em projeto arquitetônico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2023.

Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2023. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/2616>. Acesso em: 12 abr. 2025.

HASAN, H.; NAIMI, S.; HAMEED, M. M. A Comprehensive Analysis of BIM Technology's Critical Role in Assessing Cost for Complex Dam **Construction Projects. Mathematical Modelling of Engineering Problems**, [S.l.], v. 10, n. 3, 2023. Disponível em: <https://www.iieta.org/journals/mmep/paper/10.18280/mmep.100305>. Acesso em: 12 abr. 2025. doi: https://doi.org/10.18280/mmep.100305.

HEESOM, D.; MOSES, T. Implementing 5D BIM on construction projects: contractor perspectives from the UK construction sector. **Journal of Engineering, Design and Technology**, Bingley, v. 18, n. 6, p. 1451–1470, 2020. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEDT-12-2019-0347/full/html>. Acesso em: 12 abr. 2025. doi: https://doi.org/10.1108/JEDT-12-2019-0347.

LOSSO, I.R: Utilização das Características Geométricas da Edificação na Elaboração de Estimativas Preliminares de Custos: Estudo de Caso em uma Empresa de Construção. **Dissertação** (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnologico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 1995.

LU, Y.; WANG, Y.; HUANG, L. BIM+ Engineering Cost Estimation Optimization Based on Equivalent Approximate Linear Model. **Applied Mathematics and Nonlinear Sciences**, [S.l.], v. 8, n. 1, 2023. Disponível em: <https://sciendo.com/article/10.2478/amns.2023.1.00464>. Acesso em: 12 abr. 2025. doi: https://doi.org/10.2478/amns.2023.1.00464.

MOEHLER, R. C. et al. Minimizing Cost Overrun in Rail Projects through 5D-BIM: A Conceptual Governance Framework. **Buildings**, Basel, v. 14, n. 2, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/2/478>. Acesso em: 12 abr. 2025. doi: https://doi.org/10.3390/buildings14020478.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES - NBIS. **NBIMS National Building Information Modeling Standards Version 1, Part 1: overview, principles and methodologies.** Washington: NBIS, 2007. Disponível em: http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMSv1_p1.pdf. Acesso em: 01 out. 2023.

RASHIDI, A. et al. Applying Building Information Modelling (BIM) Technology in Pre-Tender Cost Estimation of Construction Projects: A Case Study in Iran. **Buildings**, Basel, v. 14, n. 5, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/5/1260>. Acesso em: 12 abr. 2025. doi: https://doi.org/10.3390/buildings14051260.

SEPASGOZAR, Samad M. E.; COSTIN, Aaron M.; KARIMI, Reyhaneh; SHIROWZHAN, Sara; ABBASIAN, Ezatollah; LI, Jinyun. BIM and Digital Tools for State-of-the-Art Construction Cost Management. Buildings, [S.l.], v. 12, n. 4, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/buildings12040396. Acesso em: 22 jun. 2025.

SILVA, P. H.da; CRIPPA, J.; SCHEER, S. BIM 4D no planejamento de obras: detalhamento, benefícios e dificuldades. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, 2019. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650258>. Acesso em: 12 abr. 2025. doi: https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8650258.

SUCCAR, B; SHER, W.; WILLIAMS, A. An integrated approach to BIM competency assessment and application.Automation in Construction, Amsterdam, v. 35, p. 174-189. 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.016

SUN, J.; LI, R. Y. M.; DEEPRASERT, J. The Impact of BIM Technology on the Lifecycle Cost Control of Prefabricated Buildings: Evidence from China. **Buildings**, Basel, v. 14, n. 12, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/12/3709>. Acesso em: 12 abr. 2025. doi: https://doi.org/10.3390/buildings14123709.

RACHMAWATI, T. S. N.; PARK, H. C.; KIM, S. A Scenario-Based Simulation Model for Earthwork Construction Cost Estimation. **Sustainability**, Basel, v. 14, n. 1, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/1/503>. Acesso em: 12 abr. 2025. doi: https://doi.org/10.3390/su15010503.

ROMCY, N. M. e S.; ALBUQUERQUE, R. F. de; NUNES, T. A. A orçamentação aliada ao BIM no ensino de arquitetura e urbanismo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 4., 2022. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2022. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/1918>. Acesso em: 12 abr. 2025.

ROMCY, N. M. e S.; SANTOS, V. A.; ALMEIDA, V. K. P. Proposta de disciplina de orçamentação integrada ao BIM para o curso de arquitetura e urbanismo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2021. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/596>. Acesso em: 12 abr. 2025.

ROVER, A.; SCHULZE, F. D.; PIETROWSKI, W. Plano de gerenciamento de custo x tempo utilizando a metodologia BIM. IGNIS: **Revista Científica de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias e Tecnologia da Informação**, Cascavel, v. 8, n. 1, p. 57–82, 2019. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/ignis/article/view/223085>. Acesso em: 12 abr. 2025.

ZHANG, J. et al. Exploring the Construction of an All-Round Cost Management System for Construction Projects. **Applied Mathematics and Nonlinear Sciences**, [S.l.], v. 8, n. 2, 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/370384348>. Acesso em: 12 abr. 2025.