XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8455

Plano de Execução BIM no ensino de Engenharia Civil

The BIM Execution Plan in Civil Engineering Education

João Vitor Lichtenecker de Almeida
Universidade Federal de Santa Maria | Santa Maria | Brasil | joao.lichtenecker@acad.ufsm.br
Izadora Petterine
Universidade Federal de Santa Maria | Santa Maria | Brasil | izadorapetterini@gmail.com
Matheus Goulart Mena Barreto
Universidade Federal de Santa Maria | Santa Maria | Brasil | matheusgoulartm@hotmail.com
Enzo Dantas Rossi
Universidade Federal de Santa Maria | Santa Maria | Brasil | enzo.rossi@acad.ufsm.br
Eduardo Cesar Pachla
Universidade Federal de Santa Maria | Santa Maria | Brasil | eduardo.pachla@ufsm.br

Resumo

Este estudo analisa a incorporação do Plano de Execução BIM (BEP) no ensino de Engenharia Civil para reduzir o descompasso entre a formação acadêmica e as demandas de gestão da informação em BIM. Por meio de revisão narrativa da literatura e análise documental, os resultados mostram que o ensino ainda se concentra no uso de softwares, com pouca ênfase na gestão da informação e na colaboração. Como contribuição, o estudo propõe diretrizes pedagógicas para integrar o BEP em disciplinas baseadas em projetos, aproximando a formação acadêmica dos mandatos BIM vigentes.

Palavras-chave: Building Information Modeling. Plano de Execução BIM. Ensino De Engenharia Civil. Gestão Da Informação. Educação Em BIM.

Abstract

This study analyzes the incorporation of the BIM Execution Plan (BEP) into Civil Engineering education to reduce the gap between academic training and the information management demands associated with BIM. Through a narrative literature review and documentary analysis, the results show that BIM education remains focused on software use, with limited emphasis on information management and interdisciplinary collaboration. As its main contribution, the study proposes pedagogical guidelines for integrating the BEP into project-based courses, bridging academic training and the requirements of current BIM mandates.

Keywords: Building Information Modeling. BIM Execution Plan. Civil Engineering Education. Information Management. BIM Education.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8455

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil passa por uma acelerada transformação digital impulsionada pelo Building Information Modeling (BIM). Mais do que modelagem tridimensional, o BIM representa uma mudança de paradigma sociotécnico que exige processos colaborativos integrados [1–3], mas sua adoção plena ainda enfrenta barreiras como resistência cultural, baixa qualificação profissional e dificuldades na gestão de fluxos de informação entre múltiplos agentes [4,5].

No Brasil, a superação dessas barreiras tem sido fortemente induzida pelo setor público. Marcos regulatórios como a Estratégia BIM BR [21] e a Nova Lei de Licitações [22] tornaram o uso da metodologia uma exigência institucional em contratações públicas. Essas normativas demandam não apenas a entrega de modelos geométricos, mas também a adoção de práticas estruturadas de governança da informação conduzidas por profissionais qualificados [6]. Nesse cenário, o Plano de Execução BIM (BEP) emerge como um instrumento central para mitigar riscos na administração pública [7], estruturando o ambiente colaborativo ao definir diretrizes, responsabilidades e fluxos de informação necessários para garantir o alinhamento das equipes e o cumprimento dos requisitos contratuais [8,9].

Apesar desses avanços normativos, observa-se um descompasso entre as exigências do mercado e a formação oferecida pelos cursos de Engenharia Civil no país. O ensino de BIM ainda ocorre frequentemente de forma fragmentada e restrita ao treinamento operacional de softwares [10], o que limita o desenvolvimento de competências essenciais para a prática contemporânea, como coordenação interdisciplinar e tomada de decisão baseada em dados. Nesse contexto, instrumentos estratégicos de gestão da informação, como o próprio BEP, permanecem pouco explorados nas matrizes curriculares [11]. O BEP, que na prática profissional define objetivos, responsabilidades e procedimentos de colaboração ao longo do ciclo de vida do empreendimento, permanece pouco explorado nas matrizes curriculares. Assim, este trabalho busca responder: como o BEP pode ser incorporado ao ensino brasileiro de Engenharia Civil para reduzir esse descompasso?

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão narrativa estrutural, de natureza qualitativa e exploratória. O estudo busca compreender como o BEP tem sido abordado no contexto educacional e, a partir disso, propor diretrizes para sua incorporação no ensino de Engenharia Civil.

A análise documental fundamenta-se no papel do setor público como indutor da transformação digital na construção civil brasileira. Foram examinados documentos oficiais disponíveis em portais governamentais, com destaque para a Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 10.306/2020 [21], e as diretrizes de contratação pública estabelecidas pela Lei nº 14.133/2021 [22]. A investigação possui caráter exclusivamente bibliográfico e documental, não envolvendo coleta de dados empíricos, como entrevistas ou observações em sala de aula.

Para compreender as demandas do setor, inicialmente foram explorados os temas *BIM Implementation Brazil*, *Public Procurement*, *Digital Transformation* e *Construction 4.0*. Em seguida, realizou-se busca narrativa na base de dados da plataforma ScienceDirect, visando identificar estudos sobre ensino de BIM.

A equação de busca aplicada aos campos de título, resumo e palavras-chave foi: ("BIM Execution Plan" OR "Building Information Modeling") AND ("Education" OR "Curriculum" OR "Project-Based Learning" OR "Teaching") AND ("Civil Engineering" OR "Architecture").

Como limitação, destaca-se que, por se tratar de uma pesquisa documental e teórica, não houve aplicação empírica em ambiente educacional até o momento. Assim, as diretrizes propostas baseiam-se na literatura e nos mandatos institucionais, indicando oportunidades para futuras pesquisas de caráter aplicado ou de pesquisa-ação.

RESULTADOS

Os resultados da análise da literatura indicam que a trajetória do ensino de BIM é marcada por uma predominância histórica de abordagens pedagógicas centradas no uso de softwares. Nessas configurações curriculares, o foco do aprendizado recai principalmente sobre o treinamento técnico em ferramentas digitais e na modelagem geométrica, evidenciando integração limitada com os processos completos de desenvolvimento de projetos e com a gestão estruturada da informação. Entretanto, parte da literatura recente aponta uma transição gradual dessas abordagens operacionais para modelos educacionais mais integrados, nos quais o modelo digital passa a atuar como elemento articulador entre diferentes disciplinas e processos do projeto [12,13].

Nesse contexto, os estudos analisados indicam que a limitação do ensino restrito ao domínio operacional de softwares pode resultar em uma compreensão parcial da metodologia BIM. Quando a aprendizagem ocorre em disciplinas isoladas voltadas ao treinamento técnico, os estudantes tendem a desenvolver habilidades de modelagem sem necessariamente compreender princípios relacionados à interoperabilidade, à estruturação da informação e à coordenação entre disciplinas.

Parte das instituições analisadas tem buscado superar essa fragmentação por meio da integração da metodologia BIM ao longo da matriz curricular. Nesse modelo, o ensino deixa de ocorrer em disciplinas isoladas e passa a ser distribuído em diferentes componentes técnicos, como projeto de edificações, elétrico, hidrossanitário e orçamento de obras. Dessa forma, os estudantes iniciam com a modelagem e coordenação espacial básica (BIM 3D) e avançam progressivamente para a integração do modelo com planejamento de cronogramas (BIM 4D), orçamentação (BIM 5D) e análises relacionadas à sustentabilidade e à operação das edificações (BIM 6D) [14].

Em diversos estudos, o ensino de BIM passa a incorporar uma perspectiva orientada ao ciclo de vida da edificação, deixando de tratar a metodologia apenas como ferramenta de representação digital e passando a compreendê-la como uma linguagem de projeto colaborativo capaz de conectar as etapas de concepção, planejamento, execução e operação do empreendimento, em consonância com os princípios de gestão da informação ao longo do ciclo de vida estabelecidos na ISO 19650 [23]. Parte dessas propostas educacionais está associada ao conceito de Big-Open-BIM, no qual a interoperabilidade e o uso de formatos de dados abertos são

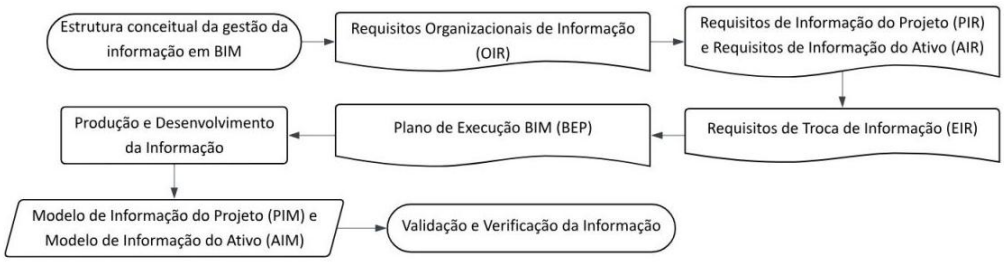
elementos centrais no processo de ensino, incentivando o trabalho com modelos federados e fluxos de informação compartilhados que simulam ambientes colaborativos próximos da prática profissional [15].

Paralelamente, a literatura indica que muitos cenários de integração curricular descritos foram inicialmente estruturados a partir da realidade de cursos de Arquitetura [16]. Quando analisadas no contexto da Engenharia Civil, essas abordagens tendem a demandar adaptações que contemplem competências específicas da formação do engenheiro. Nesse sentido, nas aplicações voltadas à Engenharia Civil, o BIM passa a ser utilizado com maior frequência como base para processos analíticos e para a organização das informações do projeto, conforme sugerido pela ABNT NBR ISO 19650 [23], com foco na interoperabilidade entre disciplinas e no uso consistente dos dados ao longo do desenvolvimento do projeto.

Cabe destacar que os estudos analisados foram predominantemente conduzidos em países com mandatos BIM consolidados, como os de contexto europeu, norte-americano e asiático. No Brasil, embora iniciativas como a Estratégia BIM BR e o Decreto nº 10.306/2020 [21] sinalizem avanços, a maturidade BIM das instituições de ensino ainda é heterogênea, demandando adaptações das abordagens internacionais às condições locais.

A relação entre esses elementos pode ser compreendida por meio do fluxo conceitual de gestão da informação em BIM apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, estruturado a partir das diretrizes da ISO 19650 [23].

Figura 1 - Modelo de Gestão da Informação em BIM



Fonte: Autores.

Entre as abordagens pedagógicas identificadas na literatura, a Project-Based Learning (PBL) destaca-se como estratégia recorrente para o ensino da metodologia BIM. Essa abordagem favorece o desenvolvimento não apenas de habilidades de modelagem, mas também de competências relacionadas à coordenação interdisciplinar, análise de alternativas de projeto e tomada de decisão em ambientes colaborativos. Em algumas experiências educacionais, a utilização de escopos de projetos fornecidos por empresas ou a participação de profissionais da indústria nas atividades de ensino contribui para aproximar o ambiente acadêmico do setor produtivo, fortalecendo competências associadas ao trabalho em equipe, à resolução de problemas, à comunicação, à coordenação e à gestão colaborativa da informação, além de promover maior engajamento dos estudantes nas atividades de projeto [17–20] Embora, no contexto brasileiro, a ausência de diretrizes institucionais tenda a restringir essas experiências ao compartilhamento de arquivos, sem protocolos estruturados de gestão da informação.

Para além da modelagem técnica isolada, a literatura também registra a relevância da colaboração interdisciplinar no ensino de BIM. Diversos estudos descrevem a utilização de plataformas digitais e ambientes virtuais de aprendizagem que permitem o compartilhamento de modelos e a troca de informações em tempo real entre os estudantes.

Associadas a essas estratégias, diversas experiências educacionais também exploram abordagens de aprendizagem experiencial por meio do uso de modelos paramétricos como ferramenta de experimentação digital. Nesse tipo de atividade, os estudantes podem testar alternativas de projeto, analisar o comportamento de sistemas construtivos e visualizar previamente os impactos de decisões arquitetônicas e estruturais antes da execução física da obra. A literatura indica que essa interação com o modelo digital contribui para ampliar a capacidade analítica dos estudantes e favorecer a compreensão da complexidade dos projetos de engenharia, estimulando formas de raciocínio baseadas em parâmetros, objetos e relações entre informações do modelo [21].

A análise da literatura evidenciou que, embora o ensino de BIM esteja evoluindo para abordagens mais integradas e colaborativas, a gestão da informação ainda é pouco explorada na formação em Engenharia Civil. Esse cenário revela um descompasso entre a formação acadêmica e as competências exigidas pelos mandatos BIM e pela ABNT NBR ISO 19650 [23], indicando o BEP como um instrumento adequado para estruturar essa dimensão no contexto educacional.

PROPOSTA DE DISCIPLINA

A análise indicue o BEP reúne elementos como planejamento da modelagem, definição de responsabilidades, padronização da troca de informações e controle da qualidade dos modelos ao longo do ciclo de vida. Esses componentes estruturam a gestão da informação em ambientes BIM e podem ser transpostos para o contexto educacional. Assim, o BEP pode ser incorporado como ferramenta estruturante de disciplinas integradoras, a partir das seguintes diretrizes pedagógicas:

1. **Estruturação das equipes e definição de responsabilidades.** A implementação pode ser organizada a partir de estratégias de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL). Nesse contexto, os discentes são organizados em equipes multidisciplinares e assumem papéis que simulam agentes da prática profissional, como coordenação de projeto, disciplinas de engenharia e gestão da informação, conforme competências descritas no Guia BIM 06 [26]. Os docentes entregam os requisitos de informação das disciplinas correlatas (EIR) e os discentes ficam responsáveis pela elaboração do BEP que atua como instrumento organizador das atividades acadêmicas, permitindo explicitar responsabilidades e fluxos de trabalho ao longo do desenvolvimento do projeto.
2. **Definição de procedimentos de colaboração e gestão da informação.** Outra diretriz envolve o estabelecimento dos instrumentos e procedimentos de colaboração previstos no BEP, incluindo a configuração de um Ambiente Comum de Dados (CDE) e a definição de protocolos de troca de informações. Entre os elementos estruturantes destacam-se a padronização de nomenclaturas de arquivos, definição de sistemas de coordenadas e utilização

de formatos de interoperabilidade amplamente adotados na indústria, como IFC e BCF.

3. **Planejamento informacional e níveis de desenvolvimento.** A terceira diretriz relaciona-se à utilização da Matriz de Responsabilidades no Desenvolvimento dos Elementos Projetuais (MRDEP), que permite associar os usos pretendidos do modelo aos respectivos níveis de desenvolvimento da informação. Quando aplicados a atividades acadêmicas que envolvem extração de quantitativos ou simulações de orçamentação (BIM 5D), os modelos devem ser estruturados de modo a priorizar a informação necessária para análise e planejamento, em consonância com sistemas de classificação como a ABNT NBR 15965 e com as orientações presentes no Guia BIM 03 [25] e no Regulamento Técnico da Biblioteca Nacional BIM (BNBIM) [27].
4. **Rotinas de verificação e compatibilização de projetos.** As diretrizes também contemplam a realização de análises de compatibilização entre disciplinas e a geração de relatórios de interferências (clash detection), frequentemente estruturados em formato BCF. Nesse processo, o docente atua como mediador, orientando os estudantes na interpretação dos conflitos identificados e na tomada de decisões colaborativas ao longo dos ciclos de validação definidos no BEP.

Em conjunto, os resultados indicam que a utilização pedagógica do BEP permite estruturar o ensino de BIM para além da aprendizagem operacional de softwares, incorporando práticas de planejamento informacional, coordenação interdisciplinar e gestão colaborativa de projetos alinhadas às diretrizes institucionais e às demandas contemporâneas da indústria da construção civil.

DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que o BEP pode ser incorporado ao ensino de Engenharia Civil como instrumento estruturador de processos colaborativos e de gestão da informação, complementando abordagens centradas na modelagem geométrica, em consonância com estudos que apontam essa dimensão como negligenciada nos currículos de Engenharia [10,11]. No Brasil, essa lacuna assume características próprias: diferentemente de países com mandatos BIM consolidados e diretrizes curriculares estabelecidas [11,14], o ambiente acadêmico apresenta heterogeneidade na maturidade BIM das IES e ausência de referenciais para o ensino. As diretrizes propostas consideram esse estágio inicial de adoção, tornando o BEP uma ferramenta pedagógica capaz de alinhar a formação acadêmica aos mandatos BIM vigentes.

Na dimensão tecnológica, destaca-se a adoção de um CDE, responsável por centralizar e governar os fluxos informacionais, além do domínio de softwares de modelagem e da disponibilidade de infraestrutura computacional adequada. Na dimensão organizacional, torna-se necessária maior articulação entre os docentes, promovendo trocas entre disciplinas e a definição de requisitos de informação claros para as atividades acadêmicas, favorecendo processos colaborativos entre estudantes.

Outro aspecto relevante refere-se ao nível de maturidade BIM das instituições de ensino superior. Em muitas universidades, o BIM ainda é adotado de forma isolada em disciplinas específicas, sem diretrizes institucionais que orientem a gestão da informação e a integração entre áreas. Limitações como fragmentação curricular, ausência de padronização de processos e restrições tecnológicas podem dificultar a aplicação do BEP. Diferentemente de cenários europeus, nos quais CDE institucionais integram práticas pedagógicas em cursos de Engenharia, essa estrutura raramente está disponível nas instituições brasileiras, representando um desafio à implementação das diretrizes propostas.

Sem a articulação entre esses fatores, o BEP tende a perder sua função estratégica de coordenação, correndo o risco de se restringir a uma exigência burocrática. Nesse sentido, a simulação desse ecossistema na sala de aula contribui para preparar futuros profissionais para ambientes colaborativos. No contexto brasileiro, essa aproximação é reforçada por iniciativas que consolidam a adoção do BIM na administração pública, como o Decreto nº 10.306/2020 [21] e normas como a ABNT NBR ISO 19650 [23], que reforçam a pertinência de alinhar o ensino às demandas contemporâneas da construção civil.

A adoção destas diretrizes demonstra que a incorporação do BEP promove a transição de um ensino operacional para outro orientado à gestão da informação. Enquanto os estudos internacionais concentram-se em contextos com maturidade BIM consolidada, este trabalho propõe diretrizes para cenários de adoção inicial, nos quais a padronização dos processos informacionais ainda precisa ser construída no ambiente acadêmico.

CONCLUSÃO

A revisão realizada neste estudo indica que a formação universitária em BIM permanece, em grande parte, centrada no treinamento operacional de softwares. Esse enfoque limita a compreensão dos estudantes sobre aspectos essenciais da metodologia, como colaboração, governança e gestão da informação. Embora existam iniciativas recentes voltadas a metodologias ativas e projetos integradores, observa-se que o ensino superior ainda apresenta lacunas no planejamento da informação, na definição de responsabilidades e na coordenação de modelos digitais.

Diante desse cenário, o estudo propôs a estruturação de uma disciplina baseada no BEP como instrumento pedagógico para organizar processos colaborativos e a gestão da informação no ensino de Engenharia Civil. A análise dos guias elaborados pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial indicou que elementos como planejamento da modelagem, definição de responsabilidades, padronização da troca de informações e controle da qualidade dos modelos podem ser transpostos para o ambiente educacional. Assim, a disciplina proposta contribui para ampliar o ensino de BIM para além da aprendizagem operacional de softwares, promovendo competências de gestão da informação, coordenação interdisciplinar e tomada de decisão em ambientes colaborativos. Os resultados permitem concluir que o BEP pode ser incorporado ao ensino brasileiro de Engenharia Civil como instrumento de integração

interdisciplinar, reduzindo o descompasso entre a formação acadêmica e as exigências dos mandatos BIM.

Entretanto, conforme discutido ao longo do estudo, a efetividade do BEP não depende apenas de sua adoção como instrumento metodológico. A implementação consistente de práticas alinhadas às diretrizes da ISO 19650 [23] requer a articulação de múltiplas dimensões, incluindo infraestrutura tecnológica adequada, utilização de CDE, domínio de ferramentas digitais e mudanças organizacionais que favoreçam a colaboração entre agentes do processo construtivo. Nesse sentido, a incorporação do BEP no ensino deve ser compreendida como parte de um esforço mais amplo de formação profissional voltado à preparação de engenheiros capazes de atuar em ecossistemas sociotécnicos complexos, alinhados às exigências da transformação digital na indústria da construção.

Como contribuição, este estudo sistematiza diretrizes pedagógicas para integrar o BEP no ensino de BIM em Engenharia Civil, propondo instrumentos estruturados para o contexto brasileiro. O BEP pode ser incorporado como instrumento de gestão da informação e coordenação interdisciplinar, reduzindo o descompasso entre a formação acadêmica e os mandatos BIM vigentes. Como trabalho futuro, recomenda-se a aplicação empírica da proposta e a avaliação de seus impactos no desenvolvimento de competências colaborativas.

DECLARAÇÃO SOBRE O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Os autores utilizaram ferramentas de inteligência artificial generativa, especificamente o modelo GPT (OpenAI), como apoio à organização textual, revisão linguística e adequação da redação ao padrão acadêmico. O uso restringiu-se à estruturação de trechos elaborados pelos autores, sem geração autônoma de conteúdo científico, análise de dados ou proposição de ideias. Todas as decisões conceituais, metodológicas e interpretativas são de responsabilidade exclusiva dos autores, em conformidade com diretrizes éticas vigentes para uso de IA em pesquisas científicas.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam agradecimento à FAPERGS pelo apoio financeiro concedido ao projeto nº 25/2551-0000846-8, que possibilitou a pesquisa, incluindo o custeio de bolsa de iniciação científica e aquisição de equipamentos permanentes.

REFERÊNCIAS

[1] OSORIO-GÓMEZ, C. C.; HERRERA, R. F.; PRIETO-OSORIO, J. M.; PELLICER, E. Conceptual model for implementation of digital transformation and organizational structure in the construction sector. Ain Shams Engineering Journal v.15,2024. DOI:https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102749.

[2] TAN, Y.; WANG, H.; HUANG, R.; HALL, D.; STRAUB, A.; QIAN, Q. K. Q. Beyond barriers: stage-based and pathway-oriented conceptual model of resistance to

BIM innovation. Automation in Construction,v.179,2025. DOI:https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106503.

[3] ZOMER, T.; NEELY, A.; SACKS, R.; PARLIKAD, A. Exploring the influence of socio-historical constructs on BIM implementation: an activity theory perspective. Construction Management and Economics,2020.p.1–20. DOI:https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1792522.

[4] AZIZI, N. S. M.; YU, T. Z.; AZIZI, Z. Preliminary study of changes in work practices of quantity surveyors in building information modelling (BIM) projects. International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology,v.12,p.140–152,2021. DOI:https://doi.org/10.30880/ijscet.2021.12.01.014.

[5] VU, T. K. D.; HSIEH, S. S. A case study on organizational structure change to support BIM implementation in design firm. In: PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL STRUCTURAL ENGINEERING AND CONSTRUCTION.[S.l.]:ISEC Press,2023.p.AAE-07-1–AAE-07-6.DOI:https://doi.org/10.14455/ISEC.2023.10(1).AAE-07.

[6] SAMPAIO, A. Z. BIM multitask project manager: responsibility, organization and interoperability. In: Procedia Computer Science.Elsevier B.V.,2024.p.58-65.DOI:https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.146.

[7] BORGES VIANA,V. L.; MARQUES CARVALHO, M. T. Prioritization of risks related to BIM implementation in Brazilian public agencies using fuzzy logic. Journal of Building Engineering,v.36,2021.DOI:https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.102104.

[8] CHEN, S.; ZENG, Y.; MAJDI, A.; SALAMEH, A. A.; ALKHALIFAH, T.; ALTURISE, F.; ALI, H. E.Potential features of building information modelling for application of project management knowledge areas as advanced modeling tools. Advances in Engineering Software,v.176,2023.DOI:https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2022.103372.

[9] OLIVEIRA MAGALHÃES, B. K.; DUARTE, G. S.; BRASIL DE MATOS GALVÃO, A.; SERPA BRAGA VASCONCELOS, A. C.; BARBOSA COSTA, L. C.Documentation strategies for HBIM model parameterization: a case study of the José de Alencar Theater. Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage, v.38,2025. DOI:https://doi.org/10.1016/j.daach.2025.e00443.

[10] LAOVISUTTHICHAI, V.; SRIHIRAN, K.; LU, W. Towards greater integration of building information modeling in the architectural design curriculum: a longitudinal case study.Industry and Higher Education,v.37,p.265–278,2023. DOI:https://doi.org/10.1177/09504222221120165.

[11] SHIN, Y. J.; KANG, E. From tool-based training to integrated studios: a review of BIM education in architecture. Buildings,v.16,2026.DOI:https://doi.org/10.3390/buildings16010166.

[12] KAUSAR, M.; MAHANTA, N. R.; SAMUEL, A. BIM in civil engineering education: a review. In:ADVANCES IN SCIENCE AND ENGINEERING TECHNOLOGY INTERNATIONAL CONFERENCES (ASET), 2020, Dubai.*Proceedings…*Dubai: IEEE, 2020.DOI:https://doi.org/10.1109/ASET48392.2020.9118269.

[13] DEL SAVIO, A. A.; GALANTINI VELARDE, K.;DÍAZ-GARAY, B.;VALCÁRCEL POLLARD, E.A methodology for embedding building information modelling (BIM) in an undergraduate civil engineering program. Applied Sciences,v.12,2022.DOI:https://doi.org/10.3390/app122312203.

[14] MAILE, T.; BARTELS, N.; WIMMER, R. Integrated life-cycle orientated teaching of the BIG-OPEN-BIM method. In:EUROPEAN CONFERENCE ON COMPUTING IN CONSTRUCTION,2023.DOI:https://doi.org/10.35490/EC3.2023.277.

[15] YOUNIS, S. B.; AL-KAZZAZ, D. A.Scenarios of building information modelling-based design education in architecture schools. International Journal of Engineering Pedagogy,v.13,p.51–66,2023.DOI:https://doi.org/10.3991/ijep.v13i8.41303.

[16] LINARES, D. Comparing project-based learning (PBL) approaches in BIM education: student-identified vs. industry-provided projects. In:ASEE ANNUAL CONFERENCE AND EXPOSITION, 2025, Montreal, Quebec, Canada. Conference Proceedings... 2025 ASEE Annual Conference & Exposition.[S.l.]:ASEE,2025.DOI:https://doi.org/10.18260/1-2--56124.

[17] MA, J.; TAO, Y. Learning outcomes of civil engineering students in PBL based on building information modeling.International Journal of Emerging Technologies in Learning,v.18,p.89–102,2023.DOI:https://doi.org/10.3991/ijet.v18i07.38701.

[18] OBI, L. I.; OMOTAYO, T.; EKUNDAYO, D.; OYETUNJI, A. K. Enhancing BIM competencies of built environment undergraduate students using a problem-based learning and network analysis approach.Smart and Sustainable Built Environment,v.13,p.217–238,2024.DOI:https://doi.org/10.1108/SASBE-05-2022-0085.

[19] SANCHEZ, B.;RODRIGUEZ-PAZ, M. X. Using BIM as a collaborative platform to improve e-learning in civil engineering. In:ACM International Conference Proceeding Series. New York: Association for Computing Machinery,2020. p.21–26.DOI:https://doi.org/10.1145/3436756.3437015.

[20] METERELLIYÖZ, M. Ü.; ÖZENER, O. Ö. BIM-enabled learning for building systems and technology. Journal of Information Technology in Construction, v.27,p.1–19,2022.DOI:https://doi.org/10.36680/j.itcon.2022.001.

[21] BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10306.htm.Acesso em:22/06/2026.

[22] BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14133.htm.Acesso em:22/06/2026.

[23] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICABNT NBR ISO 19650-1:2021. Rio de Janeiro:ABNT,2021.

[24] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15965. Rio de Janeiro:ABNT,2011.

[25] AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Guia BIM ABDI— Volume 3.Brasília:ABDI,2017.Disponível em: https://www.abdi.com.br/bim.Acesso em:22/06/2026.

[26] AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Guia BIM ABDI— Volume 6.Brasília:ABDI,2017.Disponível em: https://www.abdi.com.br/bim.Acesso em:22/06/2026.

[27] ABDI.Regulamento Técnico da Biblioteca Nacional BIM (BNBIM).Disponível em:https://plataformabimbr.abdi.com.br/guias-normas.Acesso em:26/06/2026.