

Aplicação de *Building Information Modeling* (BIM): uma análise cienciométrica.

Application of Building Information Modeling (BIM): a scientometric analysis.

Autor: Me. Daniel Felipe Pereira Mariano

Orientadora: Dra. Valquiria Miwa Hanai Yoshida

RESUMO

Este estudo apresenta uma revisão de escopo sobre o *Building Information Modeling* (BIM), com foco em suas aplicações no setor da construção civil. A metodologia incluiu cinco etapas: elaboração dos termos de busca, pesquisa nas bases de dados *Web of Science* e Scopus, seleção dos documentos, leitura e categorização do material e análise crítica dos conteúdos. O levantamento inicial resultou em 6.945 artigos, dos quais 4.884 permaneceram após a exclusão de duplicidades e, por fim, 39 foram analisados em profundidade. Os resultados revelam que o BIM é definido tanto como ferramenta tecnológica para compatibilização e simulação quanto como infraestrutura digital de governança, sustentabilidade e integração com tecnologias emergentes. Suas aplicações abrangem gestão de projetos, coordenação interdisciplinar, construção modular, infraestrutura pública, ensino e práticas sustentáveis, além de seu papel na transformação digital da indústria AEC. Conclui-se que o BIM não se limita à modelagem, mas se configura como um processo colaborativo em expansão, capaz

de articular diferentes dimensões do ciclo de vida da edificação e de consolidar-se como instrumento estratégico para inovação e eficiência na construção civil.

Palavras-chave: *Building Information Modeling* (BIM); Gestão de Projetos; Construção Civil; Transformação Digital; Engenharia Civil.

ABSTRACT

This study presents a scoping review on Building Information Modeling (BIM), focusing on its applications in the construction industry. The methodology comprised five stages: formulation of search terms, data collection in the Web of Science and Scopus databases, selection of documents, reading and categorization of the material, and critical content analysis. The initial search retrieved 6,945 articles, of which 4,884 remained after duplicate removal, and 39 were analyzed in depth. The results show that BIM is defined both as a technological tool for project coordination and simulation and as a digital infrastructure for governance, sustainability, and integration with emerging technologies. Its applications include project management, interdisciplinary coordination, modular construction, public infrastructure, education, and sustainability practices, as well as its role in driving the digital transformation of the AEC industry. It is concluded that BIM goes beyond modeling and consolidates itself as an expanding collaborative process, capable of integrating different dimensions of the building life cycle and becoming a strategic instrument for innovation, efficiency, and decision-making in contemporary construction.

Keywords: Building Information Modeling (BIM); Project Management; Construction Industry; Digital Transformation; Civil Engineering.

1 INTRODUÇÃO

O *Building Information Modeling* (BIM) tem se consolidado nas últimas décadas como um dos principais vetores da transformação digital no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Sua adoção vem modificando práticas de projeto, execução e gestão de empreendimentos, ao viabilizar ambientes colaborativos de trabalho e integrar diferentes disciplinas em uma mesma plataforma informacional.

A literatura recente aponta para um crescimento significativo no número de pesquisas que exploram as múltiplas aplicações do BIM. Essas contribuições abrangem desde usos tradicionais, como a compatibilização de projetos e simulação 3D, até aplicações avançadas relacionadas à sustentabilidade, integração com tecnologias emergentes e suporte à governança de empreendimentos complexos.

Nesse contexto, torna-se fundamental compreender como a academia tem construído e difundido o conhecimento sobre BIM, especialmente nos últimos anos, em que a transformação digital da construção civil se intensificou. Este estudo apresenta uma revisão de escopo voltada a evidenciar, classificar e discutir as principais aplicações atribuídas ao *Building Information Modeling* (BIM), a partir de artigos publicados recentemente em bases de dados consolidadas. O objetivo é investigar como o BIM tem sido definido e aplicado no setor, por meio de uma revisão bibliográfica sistemática. Para tanto, buscou-se: (I) mapear a produção científica recente; (II) identificar os campos de aplicação do BIM, bem como sua relação para com as demais áreas.

2 OBJETIVOS

Compreender, organizar e analisar criticamente as aplicações do BIM na literatura recente, evidenciando seus campos de uso e sua inserção na construção civil.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A aplicação do BIM na construção civil manifesta-se de forma ampla e multifacetada, conforme ressaltam diversos autores. Abougamil (2024) destaca o potencial da ferramenta como um sistema integrador, que favorece a colaboração entre as partes envolvidas e a interoperabilidade com diferentes setores de operação. A tecnologia permite desde análises visuais tridimensionais (3D), passando por simulações de cronograma (4D), até estimativas de custo (5D), evidenciando sua adaptabilidade a múltiplas dimensões do projeto. Complementando essa perspectiva, Alnaser (2023) observa que a integração de

recursos como visualização 3D, coordenação interdisciplinar e suporte à gestão de tempo, custos e instalações posiciona o BIM como uma ferramenta transformadora dos métodos tradicionais da construção civil. Sua adoção contribui diretamente para maior precisão, eficiência e controle nas diversas fases do empreendimento. Ainda no campo da colaboração entre disciplinas, Akhmetzhanova (2022) argumenta que o compartilhamento eficiente de informações em projetos BIM não depende apenas da tecnologia em si, mas da padronização e da integração de protocolos e ferramentas compatíveis. Essa estrutura de base é essencial para garantir a fluidez dos dados e o sucesso do trabalho cooperativo.

Alshibani (2024), evidenciam como diferentes perfis profissionais se beneficiam do uso do BIM, como os proprietários que aproveitam uma gestão mais eficiente das instalações e mitigação de riscos financeiros; projetistas que ganham em precisão técnica, aderência normativa e sustentabilidade; e os construtores, que contam com melhorias nas estimativas de custo, no planejamento e na segurança do canteiro.

Altwassi (2024) destacam que, ao representar digitalmente o edifício e seus componentes, o modelo BIM permite a detecção precoce de falhas e a realização de ajustes ainda na etapa de concepção, o que reduz retrabalhos e acelera a execução. Chen (2023) colaboram nessa perspectiva ao afirmar que o BIM pode ser aplicado em todo o ciclo de vida da edificação, do design à operação, contribuindo diretamente para o gerenciamento do projeto e das etapas de obra. Essa capacidade de integrar diferentes processos também favorece a coordenação entre os agentes envolvidos. Budak (2022) aponta que, nas fases de projeto e aquisição, o BIM auxilia na análise de conflitos, na modelagem paramétrica e na visualização tridimensional, promovendo maior eficiência e reduzindo falhas de comunicação. A aplicação do BIM tem se consolidado como estratégia fundamental para aprimorar a integração entre etapas distintas de um projeto. Essam (2023) ressalta que a tecnologia possibilita uma conexão direta entre projeto, objeto e construção, por meio de um único meio de comunicação. Essa visão é reforçada por Kineber (2023), que destaca a utilização do BIM como instrumento de coordenação entre as etapas de planejamento, construção e operação, organizando dados técnicos e viabilizando a visualização contínua do progresso do projeto.

No campo do design estrutural, Gomes (2022) identifica a presença crescente do BIM tanto na indústria quanto no meio acadêmico, cuja ferramenta é aplicada à modelagem, análise e otimização de estruturas, especialmente em estágios específicos. Esse uso técnico também é identificado por Hochscheid (2023), que, ao investigar obras residenciais unifamiliares, aponta o BIM como uma ferramenta de gestão que favorece o controle do processo construtivo e contribui para decisões mais fundamentadas.

A inovação tecnológica tem ampliado as possibilidades de aplicação do BIM, como demonstrado em diversos estudos. Wang (2024), por exemplo, explora sua integração com blockchain, estruturando uma plataforma digital colaborativa capaz de automatizar processos por meio de contratos inteligentes, validar entregas e garantir a imutabilidade das informações. Essa abordagem busca minimizar fraudes, disputas contratuais e falhas de comunicação em empreendimentos de grande escala.

Do ponto de vista da governança e da segurança contratual, Alotaibi (2024) enfatiza o papel do BIM na reestruturação das práticas legais e documentais. Ao organizar as informações por meio de modelos digitais, a ferramenta promove maior transparência entre os agentes, facilita a delimitação de responsabilidades e fornece suporte à resolução de disputas. No mesmo sentido, Avendaño (2023) observa que o uso de metodologias específicas como o BIM-DFE (Building Information Modeling for Design, Fabrication and Erection), especialmente em estruturas metálicas, permite uma integração mais eficaz com os processos fabris, assegurando maior precisão e evitando perdas de dados entre os participantes.

Já Balin (2023) ampliam o escopo da aplicação ao explorar a sinergia entre o BIM e tecnologias imersivas. Ao integrar dados técnicos com percepções sensoriais, essa combinação não apenas potencializa a visualização, como também facilita a compreensão de informações complexas, superando os limites das abordagens convencionais.

Li (2023) direciona a aplicação do BIM para o campo da gestão de riscos. Ao utilizar representações virtuais para simular cenários e avaliar estratégias mitigadoras, demonstrando como a tecnologia pode antecipar perigos e otimizar os processos tradicionais, posicionando o BIM como ferramenta analítica no contexto da segurança operacional. Yang (2024) reforça o papel do BIM ainda no mesmo

campo, ao tratá-lo como mecanismo de inteligência preditiva. Por meio da simulação de cenários e da antecipação de falhas, o modelo digital se insere no processo decisório colaborativo, voltado à mitigação de incertezas em projetos de médio e grande porte. Complementando essa abordagem, Yasser (2022) propõe o uso do BIM como integrador de dados críticos, especialmente voltados à gestão de risco. Por meio da conexão com planilhas externas e da visualização 3D com codificação de severidade, os autores demonstram sua eficácia na identificação precoce de ameaças e na geração de análises em tempo real para apoiar decisões estratégicas.

A aplicação do BIM em contextos sustentáveis tem se destacado como um vetor de inovação. Na gestão de edificações com foco em sustentabilidade, Lidelöw (2023) observa que a ferramenta tem sido empregada para integrar dados operacionais, apoiar a análise de desempenho energético e estruturar o planejamento de manutenção com base em modelos informacionais detalhados. Ainda nessa linha, Manzanares (2023) ressalta que o BIM permite incorporar critérios ambientais desde as fases iniciais do projeto, viabilizando a avaliação de eficiência energética, impactos ambientais e alternativas de materiais já na concepção do objeto construído. No contexto da sustentabilidade em países em desenvolvimento, Tanko (2024) analisam o BIM como um instrumento para qualificar decisões sobre materiais, controlar resíduos e avaliar o desempenho energético. Seu uso é apresentado como resposta às limitações estruturais do setor, sendo condicionado à superação de desafios como escassez de profissionais qualificados e resistência à inovação.

Zhang (2020) enfatiza o uso do BIM na comparação de alternativas de projeto com foco em desempenho ambiental, integrando simulações energéticas e avaliações pontuais. Nesse contexto, o BIM opera como uma ponte entre decisões sustentáveis e certificações ambientais, reforçando seu papel na racionalização de projetos verdes por meio da interoperabilidade entre plataformas digitais.

A associação do BIM a tecnologias emergentes também configura um avanço significativo. Rane (2023), por exemplo, discute sua adoção em estratégias de construção inteligente, nas quais o BIM opera como uma plataforma de integração com sistemas de monitoramento em tempo real, análises preditivas e recursos baseados em inteligência artificial, com vistas à otimização do

desempenho energético e operacional das edificações ao longo do tempo. Lin (2022) contribui para esse entendimento ao destacar a integração do BIM com tecnologias como computação em nuvem e Internet, favorecendo a coordenação em tempo real, a troca contínua de dados e a automação de decisões entre as equipes envolvidas.

Em outro campo, Morales (2022) aborda a aplicação do BIM em projetos de infraestrutura pública, cuja tecnologia tem sido utilizada para estruturar e otimizar as etapas de licitação, supervisão e manutenção, além de promover maior rastreabilidade e transparência. A aplicação do BIM no setor público tem se consolidado como estratégia de governança informacional. Salleh (2023) ressalta seu papel na coordenação, rastreabilidade e acompanhamento sistemático de obras, contribuindo para maior controle e qualificação na entrega de infraestrutura governamental. De forma similar, Uvarova (2023) trata a implementação do BIM como uma ferramenta de transformação do setor construtivo russo, ao promover a padronização de dados e a integração entre as fases do projeto, execução e operação. Seu uso se revela especialmente relevante frente à crescente demanda por alinhamento com padrões internacionais e práticas digitalizadas.

No campo educacional, Sampaio (2021) destaca o BIM como recurso didático para simular etapas construtivas, identificar interferências e incentivar a compatibilização desde os estágios iniciais do projeto. A abordagem propõe a integração da ferramenta ao currículo, promovendo a formação de profissionais alinhados às exigências digitais do mercado. Uranga et al. (2021), por sua vez, enfatizam as oficinas integradas como ambientes ideais para a aplicação do BIM, valorizando o desenvolvimento de competências colaborativas e práticas pedagógicas reflexivas. Olowa (2022) e Stojanovska-Georgievska (2022) abordam o BIM em um contexto mais amplo de transformação digital do setor AEC, evidenciando a necessidade de requalificação profissional, reformulação de métodos de ensino e desenvolvimento de políticas públicas que viabilizem sua implementação. Apesar de seu potencial transformador, a adoção plena do BIM ainda enfrenta obstáculos institucionais e mercadológicos, sendo necessário um esforço conjunto entre governo e indústria para impulsionar a mudança. Por fim, Olowa (2022) apresenta o BIM como um vetor de transformação na formação profissional, especialmente ao estimular o aprendizado digital e colaborativo. Essa

aplicação pedagógica favorece a capacitação de profissionais mais alinhados às exigências tecnológicas do setor, ampliando a operação do BIM como instrumento educacional.

No campo da construção modular, Wu (2022) propõe o uso do BIM como sistema de controle operacional contínuo, operando desde o planejamento até a execução em tempo real. A aplicação se destaca pela capacidade de antecipar interferências, ajustar cronogramas com precisão e monitorar a produção, o que contribui diretamente para a redução de riscos e o aumento da eficiência produtiva.

Em projetos de infraestrutura urbana, Xu (2023) aplica o BIM como estrutura digital de coordenação interdisciplinar, com foco tanto na conformidade normativa quanto na gestão prolongada do ativo. Propondo sua utilização como suporte para o planejamento construtivo e a manutenção, extrapolando as fases tradicionais.

A versatilidade do BIM se revela em múltiplos campos de aplicação. Liu (2024) destaca seu papel como ferramenta analítica estruturada, permitindo simulações em categorias pré-definidas e promovendo a interoperabilidade entre sistemas. Ao eliminar redundâncias, o modelo contribui para a eficiência na condução de estudos e otimizações construtivas.

No campo da gestão financeira, Zong (2023) demonstra como o BIM pode automatizar cálculos orçamentários com alto grau de precisão, reduzindo o esforço operacional em até 80%. A integração entre os modelos de projeto e de cálculo posiciona o BIM como ferramenta estratégica para decisões econômicas, sobretudo em empreendimentos de grande porte.

O potencial do BIM como tecnologia integradora se manifesta especialmente por meio da interoperabilidade entre plataformas, viabilizada pelo uso de arquivos abertos como o Industry Foundation Classes (IFC). Noardo (2022) destaca que esse recurso permite a comunicação eficaz entre diferentes sistemas e agentes da construção, favorecendo a colaboração, a replicabilidade e a consolidação do BIM como solução versátil para o setor.

A interação do BIM com softwares de terceiros amplia ainda mais suas possibilidades. Para Nofal (2022), essa articulação tecnológica promove análises mais precisas, fortalece o planejamento estratégico e possibilita a antecipação de erros, o que confere à ferramenta um papel fundamental na tomada de decisão informada. Peng (2023) complementa ao definir o BIM como um modelo digital

tridimensional que concentra informações pertinentes à construção, mas que pode ser expandido para fases posteriores, como a gestão de ativos, operações e análises. Essa ampliação de escopo sinaliza o valor do BIM para além da modelagem, posicionando-o como infraestrutura inteligente de apoio ao ciclo completo da edificação.

Por fim, apesar da ampla utilização do BIM entre profissionais de projeto, García-Granja (2022) aponta que o envolvimento de usuários finais ainda é limitado. A autora propõe o uso do BIM como banco de dados relacional e ferramenta interativa, o que poderia ampliar seu papel na gestão participativa dos edifícios e tornar mais acessíveis informações relevantes ao público não técnico.

4 METODOLOGIA

Nesta A pesquisa foi conduzida a partir de uma revisão sistemática de literatura, estruturada em cinco etapas: (I) elaboração dos termos de busca, organizados em classes; (II) condução da pesquisa por meio da submissão das classes às bases de dados; (III) aplicação de filtros por meio de softwares; (IV) leitura e categorização dos documentos; e (V) sumarização e análise.

4.1 Elaboração dos termos de busca

Os termos foram definidos a partir de palavras-chave combinadas em dois termos de busca: (1) “Building Information Modeling” AND “Project Management”, voltada à aplicação do BIM no planejamento e gestão de projetos; e (2) “Building Information Modeling” AND “Construction”, relacionada ao uso do BIM nas etapas de construção.

4.2 Condução da pesquisa

As buscas foram realizadas por meio de submissões às bases Web of Science – Coleção Principal e Scopus, aplicando filtros integrados à plataforma para delimitar o escopo: publicações entre 2020 e 2024, artigos em inglês, área de Engenharia e acesso aberto (quando disponível).

4.3 Aplicação de filtros por meio de *softwares*

Os resultados do item 4.2 foram exportados em formato .RIS e processados no software Mendeley, para eliminação de duplicidades. Em seguida, os dados foram analisados no VosViewer, a fim de identificar redes de citação, autores de maior impacto e estudos centrais no campo.

Uma leitura exploratória foi realizada para selecionar os trabalhos mais relevantes e alinhados aos objetivos da pesquisa, cuja a estratégia foi embasada na aplicação de três filtros, sendo a leitura dos títulos, seguida da leitura dos resumos e, por fim, do trabalho completo e, o critério de inclusão baseou-se nas práticas empregadas a BIM, e suas possibilidades de interação em diversos setores.

4.4 Leitura e categorização dos documentos

Nessa etapa, os artigos selecionados foram analisados por meio da leitura pessoal do autor, junto a aplicação de critérios de exclusão, para um total de três etapas:

Em primeiro, contou-se com a leitura dos títulos do conteúdo selecionado, e para tal, o critério de exclusão foi a correlação das classes, ou, os termos de busca para com os artigos. Portanto, os quais mencionavam apenas “partes” dos termos de busca em seus títulos, estando dessa forma desconexos a pesquisa, foram excluídos.

Em segundo, contou-se com a leitura dos resumos, e para tal, o critério de exclusão foi o direcionamento do autor em relação ao uso de BIM para etapas da construção. Autores que mencionavam BIM como ferramenta de projeto e não de gestão, foram excluídos.

Em terceiro, fez-se a leitura completa do conteúdo restante, cujo critério de exclusão foi contabilizado por meio das possibilidades de aplicação de BIM, com atenção direcionada à sua relação com tecnologias emergentes, sustentabilidade e governança de projetos. Sendo esse último, categorizado como um filtro pessoal do autor.

4.5 Sumarização e análise

Na etapa final, o objetivo foi identificar correlações entre os entendimentos dos autores acerca do tema, o critério de inclusão a um determinado “grupo” foi a aplicação de BIM em etapa construtivas, de modo a semelhança em seu uso, apresentar a rede de relações que veio a gerar base para a revisão bibliográfica, item 3.

5 RESULTADOS

A revisão de literatura foi conduzida entre os dias 20 de setembro de 2024 e 20 de dezembro de 2024 e, utilizando-se das estratégias previamente definidas pelo item 3, metodologia.

5.1 Termos de busca e condução da pesquisa

5.1.1 Web Of Science – Coleção Principal

A consulta à base Web of Science – Coleção Principal foi realizada, em primeiro no dia 20 de setembro de 2024, às 11:04 horas, empregando ambos os termos de busca, com a adição de filtros específicos da própria plataforma, sendo: acesso aberto, artigos publicados entre 2020 e 2024, em inglês, e na área de engenharia.

A classe um apresentou um total de 1.105 artigos encontrados, enquanto a classe dois referiu-se a 1.878 títulos. Portanto, um total de 2.983 artigos foram encontrados, e seus arquivos .RIS, baixados para análise futura.

5.1.2 Scopus

A consulta à base Scopus foi realizada ainda no dia 20 de setembro de 2024, contudo, às 15:20 horas, empregando novamente ambas as classes e filtros próprios, sendo: artigos publicados entre 2020 e 2024, na área de engenharia, busca por artigos e títulos em inglês.

A classe um apresentou um total de 1.505 artigos encontrados, enquanto a classe dois referiu-se a 2.457 títulos. Portanto, um total de 3.962 artigos foram encontrados, e seus arquivos .RIS também foram devidamente baixados para análises futuras.

5.2 Aplicação de Filtros por meio de *softwares*

5.2.1 Mendeley – Busca e exclusão de conteúdo duplicado

A busca por conteúdo científico resultou em um montante de 6.945 artigos. Em seguida, foi aplicado um filtro de detecção de duplicatas via o software Mendeley, que identificou 2.061 artigos duplicados em duas, três e até quatro cópias. Em seguida, fez-se a exclusão das duplicidades ainda por meio do mesmo software, para a razão final de 4.884 artigos únicos.

5.2.2 Vos Viewer – Análise das conexões entre o conteúdo

Por meio do software VOS Viewer foi realizada a análise das conexões entre os 4.884 artigos, buscando destacar pontos de interesse entre o conteúdo analisado.

Em primeiro, viu-se que há conexões significativas entre os trabalhos publicados em 2020, com um epicentro notável, o que demonstra que autores como Staub-French, S.; Rezgui, Y.; e Love, P. e D. Que influenciaram diretamente as pesquisas subsequentes.

Em segundo lugar, observa-se que o centro das conexões ocorreu entre os anos de 2020 e 2022, de acordo com a escala de cores apresentada na Figura 01, o que indica que o tema foi amplamente discutido nesses anos e, autores como Zhang, J.; Li, H.; Wang, Y.; e Zhang, Y. Que se destacam por suas contribuições durante esse período.

Por fim, nota-se que o centro maior gera diversas conexões para a direita da Figura 1, sugerindo uma expansão ou ramificação das linhas de pesquisa desenvolvidas por autores localizados no epicentro. Isso indica a possibilidade de o tema se expandir para novas áreas de pesquisa.

Figura 1 – Análise das conexões entre o conteúdo.

Figura 2 – Relação dos artigos incluídos e estratégias de filtro.

ESTRATÉGIA	AÇÕES	RESULTADOS	NOTAS
• Submissão às bases de dados	Web of science (2.983 artigos); Scopus (3.962 artigos);	6.945 artigos.	Pesquisa realizada em 20/09/2024.
• Seleção e Filtro	Uso do Mendeley para exclusão de duplicidades. Uso do VOS Viewer para análise das conexões;	4.884 artigos. 4.884 artigos.	2.061 duplicidades foram excluídas. Encontradas três conexões relevantes.
• Leitura Individual	Leitura do Título; Leitura do Resumo; Leitura Completa;	732 artigos. 58 artigos. 39 artigos.	4.152 artigos foram excluídos. 674 artigos foram excluídos. 19 artigos foram excluídos.
• Análise	Questionamento acerca da "Aplicação de BIM".	"39" artigos inclusos.	

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da presente pesquisa.

6 CONCLUSÃO

A revisão realizada permitiu compreender que o BIM ultrapassa a condição de ferramenta de projeto e se consolida como um sistema multifacetado, cuja relevância se estende a todo o ciclo de vida das edificações. No que se refere às aplicações, destaca-se a capacidade do BIM em integrar diferentes etapas do processo construtivo, promover maior eficiência na gestão de tempo, custos e riscos, além de potencializar práticas sustentáveis e inovadoras. A literatura também evidencia a importância da interoperabilidade com tecnologias emergentes e da adoção de políticas públicas e práticas educacionais que fomentem sua disseminação.

Embora a adoção plena do BIM ainda enfrente desafios relacionados a barreiras institucionais, falta de padronização e resistência cultural, o panorama identificado indica que a tecnologia é cada vez mais reconhecida como infraestrutura essencial para a transformação digital da indústria AEC. Nesse

sentido, este estudo contribui ao sistematizar tendências e apontar caminhos para pesquisas futuras, reforçando o papel estratégico do BIM na construção civil contemporânea.

REFERÊNCIAS

ABOUGAMIL, R. A.; THORPE, D.; HERAVI, A. **An investigation of BIM advantages in analysing claims procedures related to the extension of time and money in the KSA construction industry.** Buildings 2024, v. 14, n. 2, p. 426, 2024. <https://doi.org/10.3390/buildings14020426>.

AKHMETZHANOVA, B. **Clash Detection Using Building Information Modeling (BIM) Technology in the Republic of Kazakhstan.** Buildings 2022, 12, 102. 2022. <https://doi.org/10.3390/buildings12020102>.

ALNASER, A. A.; ALSANABANI, N. M.; AL-GAHTANI, K. S. **BIM impact on construction project time using system dynamics in Saudi Arabia's construction.** Buildings 2023, v. 13, n. 9, p. 2267, 2023. <https://doi.org/10.3390/buildings13092267>.

ALOTAIBI, B. S. **Building information modeling (BIM) adoption for enhanced legal and contractual management in construction projects.** Ain Shams Engineering Journal 2024, v. 15, n. 7, p. 102822, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102822>.

ALSHIBANI, A. **Investigation of the driving power of the barriers affecting BIM adoption in construction management through ISM.** Results in Engineering 2024, v. 24, p. 102987, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102987>.

ALTWASSI, E. J. **From Design to Management: Exploring BIM's Role across Project Lifecycles, Dimensions, Data, and Uses, with Emphasis on Facility Management.** Buildings 2024, v. 14, n. 3, p. 611, 2024. <https://doi.org/10.3390/buildings14030611>.

AVENDAÑO, J. I.; DOMINGO, A.; ZLATANOVA, S. **Building information modeling in steel building projects following BIM-DFE methodology: a case study.**

Buildings 2023, v. 13, n. 9, p. 2137, 2023.
<https://doi.org/10.3390/buildings13092137>.

BALIN, S.; BOLOGNESI, C. M.; BORIN, P. **Integration of Immersive Approaches for Collaborative Processes with Building Information Modeling (BIM) Methodology for the AEC Industry: An Analysis of the Current State and Future Challenges.** Virtual Worlds 2023. MDPI, p. 374-395. 2023.
<https://doi.org/10.3390/virtualworlds2040022>.

BUDAK, A.; KARATAŞ, İ. **Impact of the BIM system in construction management services in developing countries; Case of Turkey.** Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 2022, v. 28, n. 6, p. 828-839, 2022.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/pajes/issue/73579/1212410>.

CHEN, Y. **Exploring building information modeling (bim) and internet of things (iot) integration for sustainable building.** Buildings 2023, v. 13, n. 2, p. 288, 2023.
<https://doi.org/10.3390/buildings13020288>.

ESSAM, N.; KHODEIR, L.; FATHY, F. **Approaches for BIM-based multi-objective optimization in construction scheduling.** Ain Shams Engineering Journal 2023, v. 14, n. 6, p. 102114, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102114>.

GARCÍA-GRANJA, M. J. **Development of an innovative seat reservation system for university buildings based on BIM technology.** Buildings 2022, v. 12, n. 11, p. 1786, 2022. <https://doi.org/10.3390/buildings12111786>.

GOMES, A. M. **BIM in structural project: Interoperability analyses and data management.** Applied Sciences 2022, v. 12, n. 17, p. 8814, 2022.
<https://doi.org/10.3390/app12178814>.

HOCHSCHEID, E. **Practitioners' concerns about their liability toward BIM collaborative digital mockups: Case study in civil engineering.** Journal of Construction Engineering and Management 2023, v. 149, n. 9, p. 05023010, 2023. <https://doi.org/10.3390/app12178814>.

KINEBER, A. F. **Challenges to the implementation of building information modeling (BIM) for sustainable construction projects.** Applied Sciences 2023, v. 13, n. 6, p. 3426, 2023. <https://doi.org/10.3390/app13063426>.

LI, C. Z. **The application of BIM in the AECO industry.** Journal of Civil Engineering and Management 2023, v. 29, n. 3, p. 202–222-202–222, 2023. <https://doi.org/10.3846/jcem.2023.18076>.

LIDELÖW, S.; ENGSTRÖM, S.; SAMUELSON, O. **The promise of BIM? Searching for realized benefits in the Nordic architecture, engineering, construction, and operation industries.** Journal of building engineering 2023, v. 76, p. 107067, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107067>.

LIN, Y. C.; HSU, Y. T.; HU, H. T. **BIM Model Management for BIM-Based Facility Management in Buildings.** Advances in civil engineering 2022, v. 2022, n. 1, p. 1901201, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/1901201>.

LIU, Y. **BIM-based building performance assessment of green buildings-A case study from China.** Applied Energy 2024, v. 373, p. 123977, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.123977>.

MANZANARES, F.; GARCÍA-SEGURA, T.; PELLICER, E. **Contract Conditions and Bim Use Effectiveness to Improve Project Performance.** Advances in Civil Engineering 2023 (Online), v. 2023, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/2629608>.

MORALES, F. **Potential application of BIM in RFI in building projects.** Buildings 2022, v. 12, n. 2, p. 145, 2022. <https://doi.org/10.3390/buildings12020145>.

NOARDO, F. **IFC models for semi-automating common planning checks for building permits.** Automation in Construction 2022, v. 134, p. 104097, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104097>.

NOFAL, O. M.; VAN DE LIND, J. W.; ZAKZOUK, A. **BIM-GIS integration approach for high-fidelity wind hazard modeling at the community-level.** Frontiers in Built Environment 2022, v. 8, p. 915209, 2022. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.915209>.

OLOWA, T. **Defining a BIM-enabled learning environment—an adaptive structuration theory perspective.** Buildings 2022, v. 12, n. 3, p. 292, 2022. <https://doi.org/10.3390/buildings12030292>.

PENG, Y. **Solutions on Establishing and Utilizing BIM for General Contractors in Key Scenarios of Digital Construction.** Advances in Civil Engineering 2023, v. 2023, n. 1, p. 3951336, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/3951336>.

RANE, N. **Integrating building information modelling (BIM) and artificial intelligence (AI) for smart construction schedule, cost, quality, and safety management: challenges and opportunities.** Cost, Quality, and Safety Management: Challenges and Opportunities (September 16, 2023), 2023. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4616055.

SALLEH, H. **BIM application in construction projects: quantifying intangible benefits.** Buildings 2023, v. 13, n. 6, p. 1469, 2023. <https://doi.org/10.3390/buildings13061469>.

SAMPAIO, A. Z.; GOMES, A. M. **BIM interoperability analyses in structure design.** CivilEng 2021, v. 2, n. 1, p. 174-192, 2021. <https://doi.org/10.3390/civileng2010010>.

STOJANOVSKA-GEORGIEVSKA, L. **BIM in the center of digital transformation of the construction sector—the status of BIM adoption in North Macedonia.** Buildings 2022, 12 (2): 218, 2022. <https://doi.org/10.3390/buildings12020218>.

TANKO, B. L.; ZAKKA, W. P.; HENG, W. N. **BIM in the Malaysian construction industry: a scientometric review and case study.** Engineering, Construction and Architectural Management 2024, v. 31, n. 3, p. 1165-1186, 2024.
<https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2021-0324>.

URANGA, E. **Implementation of the BIM Methodology in the Architecture Degree: Experience of the Architecture School of San Sebastian.** 7th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'21) 2021. Editorial Universitat Politècnica de València, p. 687-694, 2021.
<http://dx.doi.org/10.4995/HEAd21.2021.13015>.

UVAROVA, S. S.; ORLOV, A. K.; KANKHVA, V. S. **Ensuring efficient implementation of lean construction projects using building information modeling.** Buildings 2023, v. 13, n. 3, p. 770, 2023.
<https://doi.org/10.3390/buildings13030770>.

WANG, S.; CHONG, H. Y.; ZHANG, W. **The impact of BIM-based integration management on megaproject performance in China.** Alexandria Engineering Journal 2024, v. 94, p. 34-43, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.03.036>.

WU, K.; TANG, S. **BIM-assisted workflow enhancement for architecture preliminary design.** Buildings 2022, v. 12, n. 5, p. 601, 2022.
<https://doi.org/10.3390/buildings12050601>.

XU, H. **Interaction mechanism of BIM application barriers in prefabricated construction and driving strategies from stakeholders' perspectives.** Ain Shams Engineering Journal 2023, v. 14, n. 1, p. 101821, 2023.
<https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101821>.

YANG, L. **A 3D parameterized BIM-modeling method for complex engineering structures in building construction projects.** Buildings 2024, v. 14, n. 6, p. 1752, 2024. <https://doi.org/10.3390/buildings14061752>.

YASSER, M. **Integrated model for BIM and risk data in construction projects.**

Engineering Research Express 2023, v. 4, n. 4, p. 045044, 2023.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2631-8695/acae1e/meta>.

ZHANG, R. **Factors influencing BIM adoption for construction enterprises in**

China. Advances in Civil Engineering 2020, v. 2020, n. 1, p. 8848965, 2020.

<https://doi.org/10.1155/2020/8848965>.

ZONG, S.; LIU, P.; LI, M. **BIM Based Construction Project Budget Management.**

2022 International Conference on Computer Science, Information Engineering and Digital Economy (CSIEDE 2022). Atlantis Press, p. 575-583, 2022.

<https://www.atlantis-press.com/proceedings/csiede-22/125982838>.