



Contribuições do BIM para a Sustentabilidade na Construção Civil: Alinhamento com os Objetivos da Agenda 2030

Victor Agostinho Conceição

Mestre em Engenharia Civil, PPGEC | USJT, Brasil
victor.agostinho.c@gmail.com

Guilherme Leite Gaudereto

Professor Doutor do Mestrado Profissional em Engenharia Civil, USJT, Brasil
guilherme.gaudereto@saojudas.br
0000-0002-1561-8351

Claudia Terezinha Kniess

Professora Doutora do Mestrado Profissional em Engenharia Civil, USJT, Brasil
prof.claudiakniess@ulife.com.br
0000-0002-1961-2037

Ana Paula Branco do Nascimento

Professora Doutora do Mestrado Profissional em Engenharia Civil | USJT, Brasil
prof.ananascimento@ulife.com.br
0000-0001-5342-8359

1

Submissão: 04/06/2025

Aceite: 02/09/2025

CONCEIÇÃO, Victor Agostinho; GAUDERETO, Guilherme Leite; KNIESS, Claudia Terezinha; NASCIMENTO, Ana Paula Branco do. Contribuições do BIM para a Sustentabilidade na Construção Civil: Alinhamento com os Objetivos da Agenda 2030. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, [S. I.], v. 21, n. 3, p. e2505, 2025.

DOI: [10.17271/1980082721320256204](https://doi.org/10.17271/1980082721320256204). Disponível

em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/6204.

Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Contribuições do BIM para a Sustentabilidade na Construção Civil: Alinhamento com os Objetivos da Agenda 2030

RESUMO

Objetivo – Este trabalho tem como objetivo analisar de que forma a tecnologia Building Information Modeling (BIM) pode contribuir para a promoção de práticas sustentáveis na construção civil, em alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

Metodologia – Com base em uma abordagem bibliométrica, foram selecionados os 10 artigos mais citados sobre o tema, na base Scopus, publicados entre 2016 e 2025, utilizando os descritores “BIM”, “construction” e “(SDG or sust*)”. A metodologia envolveu a triagem dos artigos e análise de conteúdo com base em critérios binários e descritivos, incluindo alinhamento com os ODS, áreas da engenharia envolvidas e impactos para a sustentabilidade atribuídos ao BIM.

Relevância – A integração entre o BIM e os ODS, com foco específico no setor da construção civil. A escolha por uma abordagem sistemática, associada a critérios qualitativos e à análise das contribuições efetivas do BIM para a sustentabilidade, confere à pesquisa um caráter inovador, especialmente ao considerar o alinhamento com as metas da Agenda 2030. A relevância reside na atualidade do tema e na urgência de se avançar com práticas construtivas mais responsáveis, eficientes e ambientalmente integradas, contribuindo para o debate científico e técnico sobre o papel das tecnologias digitais na transformação do setor da construção civil.

Resultados – Os resultados revelam que o BIM tem desempenhado papel relevante na integração de critérios de sustentabilidade ao longo do ciclo de vida das construções, com destaque para a eficiência energética, economia de recursos, inovação tecnológica e planejamento urbano sustentável. Houve maior incidência dos ODS 9, 11, 12 e 13, indicando uma convergência entre as potencialidades do BIM e os compromissos globais da Agenda 2030.

Contribuições teóricas e metodológicas – As contribuições teóricas do estudo incluem o mapeamento atualizado das interfaces entre BIM e sustentabilidade, além da organização de categorias analíticas aplicáveis a futuras pesquisas. Metodologicamente, o trabalho propõe uma abordagem replicável para análise crítica da literatura técnico-científica com base nos ODS.

Contribuições sociais e ambientais – Do ponto de vista social e ambiental, a pesquisa reforça o papel do BIM como instrumento de apoio à tomada de decisão na construção civil, com potencial para fomentar práticas construtivas mais eficientes, resilientes e alinhadas aos princípios do desenvolvimento sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: BIM. ODS. Sustentabilidade. Construção Civil. Engenharia.

2

BIM Contributions to Promotion of Sustainable Practices in the Construction Sector: Interfaces with the Agenda 2030

ABSTRACT

Objective – This study aims to analyze how Building Information Modeling (BIM) can contribute to promoting sustainable practices in the construction sector, in alignment with the Sustainable Development Goals (SDGs) of the UN 2030 Agenda.

Methodology – Based on a bibliometric approach, the ten most cited articles on the topic were selected from the Scopus database, published between 2016 and 2025, using the descriptors “BIM,” “construction,” and “(SDG or sust*).” The methodology involved article screening and content analysis based on binary and descriptive criteria, including alignment with SDGs, engineering areas involved, and sustainable impacts attributed to BIM.

Relevance – The study advances the integration between BIM and the SDGs, with a specific focus on the construction sector. By adopting a systematic approach combined with qualitative criteria and an analysis of BIM’s effective contributions to sustainability, this research provides an original perspective, particularly when considering the alignment with the UN 2030 Agenda targets. The relevance lies in the timeliness of the topic and the urgency of advancing more responsible, efficient, and environmentally integrated construction practices, contributing to the scientific and technical debate on the role of digital technologies in the sustainable transformation of cities.

Results – The findings reveal that BIM has played a significant role in integrating sustainability criteria throughout the building life cycle, with emphasis on energy efficiency, resource economy, technological innovation, and sustainable urban planning. There was a higher incidence of SDGs 9, 11, 12, and 13, indicating a convergence between BIM’s potential and the global commitments of the 2030 Agenda.

Theoretical and Methodological Contributions – The study offers an updated mapping of the interfaces between BIM and sustainability, as well as the organization of analytical categories applicable to future research. Methodologically, it proposes a replicable approach for the critical analysis of technical-scientific literature based on the SDGs.

Social and Environmental Contributions – From a social and environmental perspective, the research highlights BIM's role as a decision-support tool in the construction sector, with the potential to foster more efficient, resilient, and sustainability-aligned building practices.

KEYWORDS: BIM. SDGs. Sustainability. Civil Construction. Engineering.

BIM y la Promoción de Prácticas Sostenibles en el Sector de la Construcción: Interfaces con la Agenda 2030 de la ONU

RESUMEN

Objetivo – Este estudio tiene como objetivo analizar cómo el Modelado de Información para la Construcción (BIM) puede contribuir a promover prácticas sostenibles en el sector de la construcción, en alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la ONU.

Metodología – Con base en un enfoque bibliométrico, se seleccionaron los diez artículos más citados sobre el tema en la base de datos Scopus, publicados entre 2016 y 2025, utilizando los descriptores “BIM”, “construction” y “(SDG or sust*)”. La metodología incluyó la selección de artículos y el análisis de contenido con base en criterios binarios y descriptivos, incluyendo alineación con los ODS, áreas de la ingeniería involucradas e impactos sostenibles atribuidos al BIM.

Relevancia – El estudio avanza en la integración entre BIM y los ODS, con un enfoque específico en el sector de la construcción. Al adoptar un enfoque sistemático combinado con criterios cualitativos y un análisis de las contribuciones efectivas del BIM a la sostenibilidad, la investigación ofrece una perspectiva original, especialmente al considerar la alineación con las metas de la Agenda 2030. La relevancia reside en la actualidad del tema y en la urgencia de avanzar en prácticas constructivas más responsables, eficientes y ambientalmente integradas, contribuyendo al debate científico y técnico sobre el papel de las tecnologías digitales en la transformación sostenible de las ciudades.

Resultados – Los resultados revelan que el BIM ha desempeñado un papel significativo en la integración de criterios de sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida de las construcciones, con énfasis en la eficiencia energética, la economía de recursos, la innovación tecnológica y la planificación urbana sostenible. Hubo una mayor incidencia de los ODS 9, 11, 12 y 13, lo que indica una convergencia entre el potencial del BIM y los compromisos globales de la Agenda 2030.

Contribuciones Teóricas y Metodológicas – El estudio ofrece un mapeo actualizado de las interfaces entre BIM y sostenibilidad, así como la organización de categorías analíticas aplicables a futuras investigaciones. Metodológicamente, propone un enfoque replicable para el análisis crítico de la literatura técnico-científica con base en los ODS.

Contribuciones Sociales y Ambientales – Desde la perspectiva social y ambiental, la investigación destaca el papel del BIM como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en el sector de la construcción, con el potencial de fomentar prácticas constructivas más eficientes, resilientes y alineadas con los principios del desarrollo sostenible.

PALABRAS CLAVE: BIM. ODS. Sostenibilidad. Construcción Civil. Ingeniería.

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é reconhecido por sua elevada demanda de recursos naturais e geração de impactos ambientais. Estudos recentes apontam que a indústria de construção responde por cerca de um terço da energia mundial e por aproximadamente um terço das emissões globais de CO₂ ligadas à energia e processos industriais (Li et al., 2025; Zhao et al., 2025). Segundo Li et al. (2025), a pegada de carbono da construção tende a dobrar até 2050, impulsionada pelo aumento no consumo de materiais intensivos em energia, como cimento e aço, e pela expansão urbana não planejada.

Esses desafios são discutidos à luz da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), que propõe 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para orientar estratégias globais de desenvolvimento até 2030 (ONU, 2015). Diante desse cenário, cresce a necessidade de que a engenharia civil repense seus processos e tecnologias, promovendo práticas construtivas mais eficientes, resilientes e ambientalmente sustentáveis (Nnadi et al., 2025; Altaf et al., 2025). Tal alinhamento exige inovação, integração entre diferentes áreas e a adoção de ferramentas capazes de incorporar critérios de sustentabilidade desde as etapas iniciais dos empreendimentos.

A engenharia civil possui papel importante na implementação dos ODS, especialmente naqueles relacionados à infraestrutura, energia, urbanização e ação climática. Estudos recentes têm destacado a convergência entre os ODS 7 (energia limpa e acessível), 9 (indústria, inovação e infraestrutura), 11 (cidades e comunidades sustentáveis), 12 (consumo e produção responsáveis) e 13 (ação contra a mudança global do clima), com práticas e técnicas no setor da construção (Li et al., 2024; Teng; Shen; Tutuko, 2025; Widjaja; Rachmawati; Kim, 2025).

Nesse contexto, o avanço de tecnologias digitais aplicadas à construção civil tem se consolidado como uma via estratégica para a sustentabilidade. Dentre essas tecnologias, o Building Information Modeling (BIM) tem se destacado como uma ferramenta capaz de integrar dados e processos ao longo de todo o ciclo de vida da edificação, otimizando a gestão de recursos, reduzindo desperdícios e promovendo decisões mais integradas (Volk et al., 2014; Akanbi et al., 2019). Vários estudos evidenciam o potencial do BIM para promover práticas sustentáveis por meio de simulações energéticas, retrofits, análises do ciclo de vida, economia circular e rastreabilidade de materiais (Abdirad; Pishdad-Bozorgi, 2020; Naghshbandi; Rezaie, 2022).

Zhao et al. (2025) destacam que a ausência de padronização na contabilização das emissões dificulta o monitoramento global, e que a consideração de todo o ciclo de vida de um edifício pode elevar em até 25% as estimativas atuais. O estudo também ressalta o potencial do uso de tecnologias digitais, como o BIM, para reduzir desperdícios e aprimorar a eficiência energética. E ressaltam que as emissões da construção cresceram 13% na última década, especialmente em países emergentes.

A incorporação do BIM a estratégias sustentáveis tem sido discutida na literatura. Kaewunruen e Xu (2018) exploraram sua aplicação em gêmeos digitais para manutenção e *retrofit* de estações ferroviárias, enquanto Abanda e Byers (2016) analisaram seu impacto na eficiência energética de edificações. Outros estudos, como os de Teisserenc e Sepasgozar (2021) e Liu et al. (2019), ampliaram esse debate ao integrar o BIM com tecnologias emergentes como

blockchain e “contratos inteligentes”, reforçando seu papel na rastreabilidade de materiais e na gestão inteligente do ciclo de vida dos empreendimentos. Como já mencionado, o BIM tem se mostrado eficaz no suporte à tomada de decisão sustentável e na incorporação de critérios ambientais, sociais e econômicos desde a concepção até a operação e manutenção de edificações e infraestruturas (Rezaei et al., 2025; Abdirad; Pishdad-Bozorgi, 2020).

Este estudo justifica-se pela relevância de sistematizar e analisar criticamente o estado da arte sobre as contribuições do BIM para a sustentabilidade na construção civil, a partir de uma perspectiva alinhada aos ODS. A originalidade da pesquisa reside na integração de uma análise sistemática e qualitativa da produção científica indexada na base Scopus, com foco comparativo entre os 10 artigos mais citados e os 10 artigos mais recentes sobre o tema. Desta forma, a pergunta norteadora deste trabalho foi “Como a tecnologia BIM pode contribuir para a promoção de práticas sustentáveis na construção civil, em alinhamento com temas dos objetivos da Agenda 2030?”. A resposta a essa questão permite compreender como o uso do BIM na construção civil pode contribuir com desafios globais, para práticas construtivas mais sustentáveis, integradas e inovadoras.

2 OBJETIVO

Analisar como a tecnologia BIM tem sido utilizada na promoção de práticas sustentáveis na construção civil, alinhadas aos ODS da Agenda 2030.

3 METODOLOGIA

5

Este estudo adotou uma abordagem de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com base em publicações científicas. Esta pesquisa foi conduzida em duas etapas: (1) triagem dos artigos e (2) análise do conteúdo selecionado, buscando responder à pergunta de pesquisa proposta, seguindo diretrizes do protocolo PRISMA 2020 (PAGE et al., 2021).

3.1 Coleta de Dados

3.1.1 Busca e seleção dos artigos

A busca foi realizada na base *Scopus* utilizando os seguintes termos (ou expressão) nos campos título, resumo e palavras-chave: “BIM AND construction AND (SDG OR sust*)”. Foram definidos os seguintes critérios de inclusão: (i) artigos científicos com acesso aberto, (ii) publicados no idioma inglês, (iii) vinculados à área de engenharia, e (iv) com recorte temporal de 2016 a 2025. Esse período foi definido com base na vigência da Agenda 2030, cuja implementação iniciou-se em 2016. O resultado inicial da busca identificou 288 artigos. Para análise aprofundada, foram selecionados os 10 artigos mais citados e os 10 mais recentes, totalizando 20 artigos.

3.2 Procedimento de análise

Os 20 artigos selecionados foram organizados em uma planilha no Excel, na qual foram preenchidos os dados correspondentes às duas etapas da análise: Etapa 1 - triagem inicial e Etapa 2 - leitura na íntegra. Na etapa 1, foi realizada a leitura do título e do resumo de cada artigo, com o objetivo de identificar sua aderência aos critérios centrais do estudo. Foram respondidas cinco perguntas com respostas binárias (sim ou não), que indicavam a presença dos temas: BIM, sustentabilidade, construção civil e relação com os ODS (Quadro 1). Apenas os artigos que responderam positivamente a todas as perguntas seguiram para a etapa 2.

Quadro 1. Etapa 1 – Triagem inicial dos artigos.

Pergunta	Tipo de resposta
1. O artigo menciona BIM?	Sim / Não
2. Sustentabilidade está presente?	Sim / Não
3. Refere-se à construção civil?	Sim / Não
4. Há relação com os ODS?	Sim / Não
5. Se sim, qual ODS?	Com 17 opções

Fonte: Autores, 2025.

Na etapa 2, os artigos foram lidos integralmente, com o intuito de identificar os aspectos sustentáveis abordados, o alinhamento direto ou indireto com os ODS e suas metas, a área temática da engenharia a que se referiam, os impactos positivos atribuídos ao uso do BIM, bem como os principais resultados e conclusões (Quadro 2). As áreas temáticas foram categorizadas da seguinte forma: (1) edificações e construções verticais (ODS 11 e 12), (2) infraestrutura e transporte (ODS 9 e 11), (3) saneamento básico e gestão hídrica (ODS 6, 11 e 13), (4) planejamento urbano e territorial (ODS 11 e 16), (5) energia e eficiência energética (ODS 7 e 13), (6) materiais e tecnologias (ODS 12), (7) segurança do trabalho e saúde ocupacional (ODS 8), (8) educação, capacitação e governança (ODS 4 e 17), e (9) operação e manutenção (ODS 12).

6

Quadro 2. Etapa 2 – Perguntas que nortearam a análise dos artigos, de acordo com a pergunta de pesquisa.

Pergunta	Tipo de resposta
Quais aspectos sustentáveis foram abordados?	Resposta descritiva
Existe alinhamento com os ODS de forma direta? Se sim, quais?	Resposta descritiva
Existe alinhamento com os ODS de forma indireta? Se sim, quais?	Resposta descritiva
Qual(is) meta(s) dos ODS são mencionadas ou inferidas?	Resposta descritiva
Qual área temática da engenharia o artigo aborda?	1. Edificações e Construções verticais; 2. Infraestrutura e Transporte; 3. Saneamento Basico e Gestão Hídrica; 4. Planejamento Urbano e territorial; 5. Energia e eficiencia energetica; 6. Materiais e tecnologias ; 7. Segurança do trabalho e Saude Ocupacional; 8. Educação, Capacitação e Governança; 9. Operação e Manutenção
Quais impactos positivos do BIM sobre a sustentabilidade são destacados?	Resposta descritiva
Quais os principais resultados?	Resposta descritiva
Quais as conclusões dos autores?	Resposta descritiva

Fonte: Autores, 2025.

Para responder às perguntas do Quadro 2, aplicou-se a técnica de análise de conteúdo qualitativa, com abordagem mista, do tipo dedutivo-indutiva (Mayring, 2014). A etapa indutiva concentrou-se na identificação de trechos em que os artigos mencionavam explicitamente

práticas ou impactos relacionados ao uso do BIM em conexão com a Agenda 2030. Já a etapa dedutiva fundamentou-se em categorias prévias vinculadas aos ODS e suas metas, permitindo identificar tanto alinhamentos diretos quanto associações indiretas. O processo envolveu a categorização dos trechos mais relevantes de cada publicação, codificados em função dos objetivos e metas da Agenda 2030. Essa abordagem seguiu a base metodológica de Gaudereto (2023), adaptando-a ao contexto dos artigos e do escopo específico desta pesquisa.

O procedimento seguiu as recomendações de Mayring (2014). Inicialmente, foi realizada a descrição do material: cada artigo foi analisado quanto a seus autores, objetivos e temas centrais. Em seguida, aplicou-se uma codificação indutiva, na qual os textos foram lidos integralmente e os trechos relacionados a práticas de sustentabilidade, áreas da engenharia ou menções à Agenda 2030 foram destacados. Cada ocorrência foi registrada e classificada segundo categorias criadas ao longo da leitura.

Na sequência, procedeu-se à codificação dedutiva, apoiada em um guia de codificação derivado das metas e objetivos dos ODS. Para cada artigo, verificou-se se havia correspondência entre os trechos destacados e os objetivos e metas da Agenda 2030, ainda que de forma indireta. Sempre que identificada a presença de termos ou expressões relacionadas a um ODS específico, a sentença era avaliada conforme regras previamente estabelecidas, de modo a assegurar consistência na categorização. Essa etapa permitiu organizar os resultados de maneira sistemática, revelando tanto os alinhamentos explícitos quanto as lacunas ou menções implícitas, compondo uma análise integrada dos artigos sob a ótica da sustentabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7

Com o objetivo de responder à pergunta de pesquisa sobre como a tecnologia BIM pode contribuir para a promoção de práticas sustentáveis na construção civil, em alinhamento com os temas da Agenda 2030, foi realizada uma análise estruturada do conteúdo dos artigos selecionados. Para isso, definiu-se quatro dimensões analíticas principais: (i) práticas sustentáveis; (ii) os ODS e/ou metas específicas mencionadas ou inferidas; (iii) os temas da engenharia civil contemplados; e (iv) os impactos positivos atribuídos ao BIM em relação à sustentabilidade.

Os artigos foram organizados em três blocos, sendo o primeiro referindo-se aos artigos mais citados, que representam o amadurecimento do debate acadêmico e evidenciam contribuições consolidadas. O segundo bloco contemplando os artigos mais recentes, os quais sinalizam tendências, novas abordagens metodológicas e tecnologias em ascensão. Por fim, realizou-se uma integração dos resultados, com a finalidade de comparar os dois grupos de artigos, destacando convergências, divergências e lacunas potenciais na literatura.

4.1 Contribuições consolidadas: análise dos artigos mais citados

A análise dos dez artigos mais citados selecionados nesta pesquisa permitiu identificar alinhamento com os ODS, práticas sustentáveis promovidas e as contribuições da tecnologia BIM na construção civil.

4.1.1 ODS e metas mencionadas ou inferidas dos artigos mais citados

No quadro 3, são apresentados os ODS citados diretamente (em verde) e indiretamente (em azul). Esta análise identificou como os estudos científicos abordaram, ainda que de forma não uniforme, as diretrizes dos ODS no contexto da construção civil sustentável e uso da tecnologia BIM. Ressalta-se que todos os 17 ODS foram considerados na análise, mas, por razões de espaço, optou-se por apresentar apenas aqueles que tiveram resultados, diretos ou indiretos. A ausência de menção direta aos ODS em alguns artigos não indica irrelevância, mas sim inferência indireta a partir dos temas abordados, como sustentabilidade energética, economia circular e redução de resíduos.

Observa-se que o ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis) é o mais recorrente entre os artigos analisados (Quadro 3), aparecendo de forma direta (Alwan et al., 2017; Akanbi et al., 2019; Teisserenc; Sepasgozar, 2021) e de forma indireta (Kaewunruen; Lian, 2019; Charef et al., 2018; Olawumi et al., 2018; Olawumi; Chan, 2018; Kaewunruen; Xu, 2018; Carvalho et al., 2019; Liu et al., 2019) em todos artigos, ao discutir estratégias urbanas baseadas em *retrofit*, planejamento inteligente e logística urbana sustentável.

Quadro 3. ODS evidenciados direta ou indiretamente nos artigos mais citados.

Referência	OD S1	ODS3	ODS7	ODS8	ODS9	ODS10	ODS11	ODS12	ODS13	ODS16	ODS17
Kaewunruen e Lian (2019)											
Alwan et al. (2017)											
Charef et al. (2018)											
Akanbi et al. (2019)											
Olawumi et al. (2018)											
Olawumi e Chan (2018)											
Kaewunruen e Xu (2018)											
Carvalho et al. (2019)											
Teisserenc e Sepasgozar (2021)											
Liu et al. (2019)											

* Em verde os artigos que mencionam os ODS no texto e em azul os que tratam indiretamente de temas dos ODS.
Fonte: Autores, 2025.

O ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura), também de forma expressiva, aparece em nove dos dez artigos, principalmente por abordar inovações tecnológicas como o BIM no setor da construção civil e a modernização de sistemas de infraestrutura. Já o ODS 12 (Consumo e produção responsáveis) destaca-se em seis publicações, alinhado à perspectiva de economia circular, desmontagem de edifícios e gestão de resíduos de construção (Alwan et al. 2017; Olawumi; Chan, 2018; Akanbi et al., 2019; Carvalho et al. 2019; Kaewunruen; Lian, 2019; Teisserenc; Sepasgozar, 2021). Além disso, cinco artigos abordam o ODS 7 (Energia limpa e acessível), demonstrando a utilização do BIM na simulação de consumo energético e planejamento térmico em edificações (Alwan et al., 2017; Carvalho et al., 2019; Olawumi et al. 2018; Olawumi et al. 2018).

O ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima) aparece em três estudos, de forma

direta, que discutem a redução de emissões de CO₂ e o uso eficiente de energia (Alwan et al., 2017; Akanbi et al. 2019; Kaewunruen; Lian, 2019). Outros objetivos como o ODS1 (Erradicação da Pobreza), ODS 3 (Saúde e bem-estar), ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições eficazes) e ODS 17 (Parcerias e meios de implementação) aparecem de maneira mais pontual.

Essa análise demonstra que o BIM, ao ser incorporado como ferramenta de apoio ao projeto, operação e gestão de construções, tem potencial para contribuir de forma significativa à implementação das metas globais de sustentabilidade. Além disso, observa-se o esforço da comunidade científica em envolver a engenharia civil, integrando a tecnologia como BIM às metas da sustentabilidade global.

Cabe mencionar que todos os artigos se alinham com metas da Agenda 2030. O mapeamento realizado neste estudo permitiu identificar a multidimensionalidade das contribuições do BIM para a sustentabilidade, demonstrando que as metas dos ODS muitas vezes são temas de pesquisa, mas não são mencionados de maneira direta nos artigos científicos, conforme demonstrado no quadro 3.

4.1.2 Práticas sustentáveis dos artigos mais citados

Em relação às práticas sustentáveis (Quadro 4), observam-se contribuições do BIM para a redução de emissões de CO₂ (Kaewunruen; Lian, 2019), a gestão do ciclo de vida de componentes abrangendo edificações (Kaewunruen; Xu, 2018; Charef et al., 2018), e a promoção da economia circular, com destaque para a reutilização de materiais e desmontagem sustentável (Alwan et al., 2017; Akanbi et al., 2019; Teisserenc; Sepasgozar, 2021).

Em edificações, os trabalhos destacaram a avaliação e a otimização do desempenho energético e térmico desde fases iniciais do projeto. A integração do BIM a sistemas de avaliação (SBToolPT-H) demonstrou que a orientação do edifício impacta no consumo de energia, permitindo a seleção de alternativas com menor uso energético por meio de simulações parametrizadas (Carvalho et al., 2019).

Em infraestrutura ferroviária, dois estudos mostraram a viabilidade e a utilidade do BIM 6D/Digital Twin para avaliar emissões, custos e cronogramas ao longo do ciclo de vida, com foco na redução de carbono e na otimização de manutenção. Sendo um em aparelho de mudança de via com análise detalhada do ciclo de vida e identificação de *hotspots* de emissões incorporadas na fase de fabricação e maiores custos na reconstrução (Kaewunruen; Lian, 2019); e outro na requalificação de estações existentes, em que cenários de *retrofit* foram comparados e a solução combinando isolamento térmico e barreiras antichamas se mostrou mais eficaz em termos ambientais e econômicos (Kaewunruen; Xu, 2018).

Quadro 4 – Síntese dos artigos mais citados quanto as Práticas Sustentáveis, metas dos ODS, Áreas da Engenharia e contribuições do BIM para a sustentabilidade.

Referência	Nº de Citações	Práticas Sustentáveis	ODS Metas	Área(s) da Engenharia	Contribuições do BIM
Kaewunruen; Lian (2019)	214	Redução de CO ₂ , gestão do ciclo de vida, eficiência de materiais, economia de energia	1.5, 7.3, 8.4, 9.4, 11.6, 12.5	Infraestrutura e transporte; Segurança do trabalho; Operação e manutenção	Avaliação do ciclo de vida, otimização de recursos, apoio à manutenção, redução de emissões e custos
Alwan; Jones; Holgate (2017)	204	Redução de resíduos, desmaterialização, uso racional de recursos, eficiência energética, construção modular	1.5, 7.3, 8.4, 9.4, 11.6, 12.5	Edificações; Infraestrutura; Energia; Saúde ocupacional; Operação	Redução de resíduos, controle de ciclo de vida, economia de recursos, integração com políticas sustentáveis
Charef; Alaka; Emmitt (2018)	189	Avaliação de desempenho sustentável, modelo para avaliação de desempenho -BIM	3.9, 9.4, 11.6	Infraestrutura; Saúde ocupacional	Inclusão de dados ambientais no modelo BIM, apoio à sustentabilidade no ciclo de vida
Akanbi et al. (2019)	183	Reutilização e reciclagem de materiais, economia circular, redução de resíduos de construção, ciclo de vida	9.4, 11.6, 12.5	Infraestrutura; Operação e manutenção	Apoio ao design circular, reaproveitamento de materiais, decisões sustentáveis com plug-in BIM
Olawumi et al. (2018)	178	Integração de critérios sustentáveis ao projeto, avaliação de impacto ambiental	7.3, 9.5, 11.6	Infraestrutura; Energia	Simulação de alternativas sustentáveis, potencial de integração com critérios ambientais
Olawumi; Chan (2018)	161	Eficiência de energia e materiais, redução de resíduos, controle de ciclo de vida	7.3, 9.4, 11.6, 12.5	Infraestrutura; Energia; Operação	Redução de desperdício, apoio à decisão, maior controle ambiental e econômico
Kaewunruen; Xu (2018)	151	Retrofit, renovação, eficiência energética, segurança e manutenção	1.4, 9.1, 9.4, 9.5, 11.2, 11.3, 11.6, 11.7	Edificações; Infraestrutura; Planejamento urbano	Simulação de cenários de retrofit, apoio à manutenção, economia de energia
Carvalho; Bragança; Mateus (2019)	148	Desempenho térmico, conforto passivo, consumo de energia	7.3, 11.6, 12.5	Edificações; Energia	Tomada de decisão para eficiência energética, simulações no projeto
Teisserenc; Sepasgozar (2021)	125	Redução de desperdício, rastreabilidade, economia circular, eficiência energética	1.5, 7.3, 9.5, 10.2, 12.5, 16.6, 17.6	Infraestrutura; Energia; Planejamento urbano; Governança	Apoio à economia circular, integração de dados seguros, colaboração, rastreabilidade
Liu et al. (2019)	109	Redução de energia e recursos, contratos inteligentes, rastreabilidade	9.4, 11.6, 16.6	Infraestrutura; Planejamento urbano	Transparência, integração de stakeholders, suporte à sustentabilidade com

Referência	Nº de Citações	Práticas Sustentáveis	ODS Metas	Área(s) da Engenharia	Contribuições do BIM
					blockchain

Fonte: Autores, 2025.

Complementarmente, um estudo estratégico no Reino Unido mostrou que combinar BIM ao *Framework for Strategic Sustainable Development* (FSSD) habilita estratégias *bottom-up* de sustentabilidade (redução de resíduos, desmaterialização, uso racional de recursos e construção modular), com ganhos em colaboração e integração a políticas (Alwan et al., 2017).

No ciclo de vida e economia circular, o desenvolvimento de um plug-in (D-DAS) para desmontagem e desconstrução evidenciou a capacidade do BIM de antecipar e otimizar decisões de fim de vida útil. Em cenários comparativos, estruturas de aço apresentaram maior potencial de reutilização (93%), seguidas por madeira (65%) e concreto (42%), demonstrando o papel do BIM no desenho para desmontagem e reaproveitamento (Akanbi et al., 2019).

Quanto às dimensões do BIM além do 3D, uma revisão sistemática com levantamento a profissionais europeus constatou consenso para 4D (tempo) e 5D (custo), mas ausência de padronização para 6D e 7D. Ainda assim, 6D foi amplamente associado à sustentabilidade e 7D ao facility management, reforçando a necessidade de normativas claras para não diluir benefícios (Charef et al., 2018).

Os estudos Delphi/AHP sintetizaram percepções internacionais, como benefícios priorizados da integração BIM+sustentabilidade, para o uso eficiente de recursos, apoio robusto à decisão e redução de impactos ambientais, ao passo que barreiras técnicas, organizacionais e humanas (falta de treinamento, cultura e padrões) ainda limitam a adoção ampla (Olawumi et al., 2018; Olawumi; Chan, 2018).

Por fim, dois artigos conceituais propuseram arquiteturas que integram BIM a tecnologias como *blockchain* e gêmeos digitais para reforçar confiança, rastreabilidade, transparência e segurança de dados, com vistas à economia circular e à eficiência energética (Teisserenc; Sepasgozar, 2021; Liu et al., 2019). Esses frameworks (por exemplo, DDTC) organizam camadas de conexão, gestão de dados, computação e *blockchain*, oferecendo caminhos para superar entraves legais e/ou operacionais e ampliar a governança da informação de sustentabilidade.

Do ponto de vista técnico, as principais contribuições do BIM estão associadas ao desenvolvimento de modelos 6D, que incorporam dimensões ambientais aos projetos, simulando emissões, consumo energético e comportamento térmico (Alwan et al., 2017; Carvalho et al., 2019). A integração com *Blockchain* e Digital Twins, conforme proposto por Liu et al. (2019) e Teisserenc e Sepasgozar (2021), amplia as possibilidades de rastreabilidade, transparência e tomada de decisão baseada em dados em projetos sustentáveis.

Outra contribuição relevante identificada na literatura é o suporte à tomada de decisão estratégica por meio de métodos multicritério como o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), destacando a hierarquização dos benefícios sustentáveis do BIM (Olawumi e Chan, 2018b). Além disso, a identificação de barreiras institucionais e técnicas à adoção de práticas sustentáveis também é apontada como fundamental para a consolidação de políticas públicas na área (Olawumi et al., 2018).

A articulação entre ODS e áreas da engenharia civil, como planejamento urbano, gerenciamento de resíduos, eficiência energética, sistemas construtivos e gestão de projetos,

demonstra a abrangência temática das contribuições analisadas. Essa diversidade de abordagens revela que o BIM é uma tecnologia com potencial para promover práticas sustentáveis varia conforme o contexto, o nível de maturidade digital e a integração com outras tecnologias (como *blockchain* ou ferramentas de simulação ambiental).

4.1.3 Áreas da engenharia dos artigos mais citados

Os resultados revelam que as áreas da engenharia civil (Quadro 4), contempladas pelos estudos são diversas e complementares, cobrindo Infraestrutura e Transporte, Edificações, Energia e Eficiência Energética, Operação e Manutenção, Planejamento Urbano e Territorial, Segurança do Trabalho e Governança. Essa diversidade confirma que o BIM é um recurso transversal, capaz de operacionalizar práticas sustentáveis em diferentes contextos da construção civil.

Nos estudos de infraestrutura, o foco esteve na redução de emissões e otimização do ciclo de vida de ativos ferroviários (Kaewunruen; Lian, 2019; Kaewunruen; Xu, 2018). Nas edificações, as análises priorizaram eficiência energética e uso racional de recursos (Alwan et al., 2017; Carvalho et al., 2019). Em planejamento urbano, a associação do BIM a blockchain e gêmeos digitais mostrou-se fundamental para ampliar governança e rastreabilidade (Teisserenc; Sepasgozar, 2021; Liu et al., 2019). Já em operação e manutenção, o BIM revelou capacidade de antecipar custos, emissões e cenários de retrofit, além de apoiar estratégias de economia circular (Akanbi et al., 2019).

Ao serem conectadas aos ODS, essas áreas evidenciam como o BIM possibilita alinhar práticas técnicas da engenharia civil às metas globais da Agenda 2030, especialmente no que tange à modernização de infraestrutura (ODS 9.4), cidades sustentáveis (ODS 11), eficiência de recursos (ODS 12) e ação climática (ODS 13). Portanto, a análise das áreas de engenharia confirma que o BIM contempla seu papel como ferramenta de projeto e atua como infraestrutura informacional estratégica para sustentabilidade, capaz de integrar variáveis ambientais, econômicas e sociais no processo de decisão da construção civil.

12

4.1.4 Impactos positivos atribuídos ao BIM em relação à sustentabilidade dos artigos mais citados

Os impactos positivos observados respondem à pergunta de pesquisa ao demonstrarem que o BIM operacionaliza práticas sustentáveis alinhadas à Agenda 2030. Há evidências de redução de emissões e consumo energético via modelagem 6D e análises de retrofit (Kaewunruen; Lian, 2019; Kaewunruen; Xu, 2018; Carvalho; Bragança; Mateus, 2019), de minimização de resíduos e aumento de reutilização em estratégias de desconstrução (Akanbi et al., 2019), e de apoio à decisão multicritério (custo–tempo–carbono–energia) com benefícios priorizados por especialistas (Olawumi; Chan, 2018).

A integração com frameworks estratégicos e tecnologias habilitadoras (FSSD, blockchain, gêmeos digitais) amplia a governança e a transparência dos dados (Alwan et al. 2017; Teisserenc; Sepasgozar, 2021; Liu et al., 2019). Contudo, a ausência de consenso sobre as dimensões acima de 5D e barreiras de capacitação e padronização sugerem uma agenda de consolidação institucional para escalar esses impactos (Charef et al., 2018; Olawumi et al., 2018).

4.2 Tendências emergentes: análise dos artigos mais recentes

A análise dos dez artigos mais recentes, todos publicados no ano de 2025, indica as direções emergentes nas quais o BIM vem sendo discutido e aplicado como ferramenta de suporte à sustentabilidade na construção civil. Segundo com os critérios de análise definidos na metodologia, o quadro 5 indica o alinhamento dos artigos mais recentes com as temáticas dos 17 ODS.

4.2.1 ODS e metas mencionadas ou inferidas dos artigos mais recentes

O quadro 5 evidencia a predominância do ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), identificado nos dez artigos analisados, e do ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), presente em sete deles. Destacam-se os trabalhos de Sistos Sescosse et al. (2025) e de Lau et al. (2025), que abordaram simultaneamente oito ODS, configurando-se como os estudos de maior abrangência na interface entre BIM e os temas da Agenda 2030. Os resultados apontam para uma concentração temática em determinados objetivos, ao passo que cinco ODS não foram contemplados em nenhum artigo e quatro tiveram apenas uma ocorrência na amostra.

Quadro 5. ODS evidenciados direta ou indiretamente nos artigos mais recentes.

Referência	ODS3	ODS4	ODS6	ODS7	ODS8	ODS9	ODS10	ODS11	ODS12	ODS13	ODS16	ODS17
Li; Feng (2025)												
Sistos-Sescosse et al. (2025)												
Widjaja et al. (2025)												
Xiao et al. (2025)												
Veerendra et al. (2025)												
Altaf et al. (2025)												
Lau et al. (2025)												
Teng et al. (2025)												
Abdelrheem et al. (2025)												
Nguyen et al. (2025)												

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nos artigos mais recentes analisados, não foram encontradas menções diretas à Agenda 2030 ou aos ODS. As referências identificadas correspondem, em sua maioria, a temas, práticas e indicadores que guardam relação com os ODS, identificadas por meio da análise de conteúdo qualitativa. O resultado mostra que nos artigos mais recentes, apesar da presente discussão sobre possíveis contribuições do BIM a práticas sustentáveis, não houve, por parte dos autores, uma tentativa de relacionar a discussão com a Agenda 2030.

4.2.2 Práticas sustentáveis dos artigos mais recentes

A análise dos artigos, presentes no “Quadro 6”, indica que as práticas sustentáveis associadas ao uso do BIM abrangem diferentes dimensões do ciclo de vida das construções. Entre os principais resultados, destacam-se a gestão eficiente de dados e materiais, favorecendo a rastreabilidade e a redução de desperdícios, além da otimização do uso de recursos estruturais e da coordenação interdisciplinar para minimizar retrabalho e impactos ambientais. Também foram recorrentes iniciativas voltadas à eficiência energética, tanto em projetos novos quanto em *retrofits*, com ênfase em simulações para iluminação, ventilação, isolamento e conforto térmico.

Quadro 6 – Síntese dos artigos mais recentes quanto as Práticas Sustentáveis, ODS, Áreas da Engenharia e contribuições do BIM para a sustentabilidade.

Referência	Práticas Sustentáveis	Metas - ODS	Área(s) da Engenharia	Contribuições do BIM
Li; Feng (2025)	Gestão de dados urbanos, rastreabilidade de materiais e redução de desperdícios	7.2, 8.4, 9.4, 11.6, 12.5, 13.2, 17.16	Edificações e construções verticais; Materiais e tecnologias; Energia e eficiência energética	Integração de dados e interoperabilidade, possibilitando rastreamento de recursos e suporte à tomada de decisão em cidades sustentáveis
Sistos-Sescosse et al. (2025)	Avaliação ambiental de ciclo de vida em edifícios	6.3, 7.3, 8.4, 9.4, 11.6, 12.5, 13.2, 16.6	Edificações e construções verticais; Materiais e tecnologias; Operação e manutenção	Integração segura de dados e interoperabilidade, possibilitando rastreamento de recursos e suporte à tomada de decisão em cidades sustentáveis
Widjaja et al. (2025)	Otimização de uso de materiais em elementos estruturais	9.4, 11.6	Infraestrutura e transporte; Planejamento Urbano e territorial	Otimização do uso de materiais e eliminação de erros por automação de processos e geração precisa de modelos e documentos
Xiao et al. (2025)	Coordenação interdisciplinar, eficiência energética e mitigação de impactos em túneis	9.4, 10.2	Edificações e construções verticais; Energia e eficiência energética	Integração entre fases de projeto e operação, com digitalização de ativos e apoio à gestão do ciclo de vida
Veerendra et al. (2025)	Eficiência energética e análise ambiental de edificações universitárias	7.3, 8.4, 9.5, 11.6, 12.5	Infraestrutura e transporte; Materiais e tecnologias	Simulações ambientais avançadas para decisões de conforto térmico, iluminação natural e eficiência energética
Altaf et al. (2025)	Análise de custos do ciclo de vida e sustentabilidade econômica em projetos	8.4, 9.4, 11.6, 14.1	Saneamento Básico e gestão hídrica; Planejamento Urbano e territorial	Integração de ACV de custos (LCCA) ao BIM, reduzindo erros, apoiando decisões em fases iniciais e padronizando análises econômico-ambientais
Lau et al. (2025)	Estratégias de economia circular em construções (reuso, reciclagem e modularidade)	3.9, 7.3, 8.4, 9.4, 10.2, 11.6, 12.5, 16.6	Edificações e construções verticais; Materiais e tecnologias	Rastreabilidade de materiais e apoio à circularidade, com integração digital e estímulo à modularidade e desmontagem
Teng et al.	Simulação energética	7.3,	Edificações e	Simulações energéticas

Referência	Práticas Sustentáveis	Metas - ODS	Área(s) da Engenharia	Contribuições do BIM
(2025)	para retrofit e eficiência de isolamentos	9.4, 11.6	construções verticais; Energia e eficiência energética	detalhadas para comparações de materiais, custos e emissões com base em dados reais
Abdelrheem et al. (2025)	Projeto otimizado de estruturas com menor impacto ambiental	7.2, 9.4	Infraestrutura e transporte; Energia e eficiência energética	Coordenação interdisciplinar e simulações integradas, otimizando recursos estruturais e reduzindo retrabalho
Nguyen et al. (2025)	Digitalização e otimização de operações para reduzir emissões e consumo energético	4.a, 9.4	Infraestrutura e transporte; Educação, Capacitação e Governança	Integração BIM-digital twin com IoT, fornecendo dados em tempo real para decisões operacionais e redução de emissões

Fonte: Autores, 2025.

Ademais, observa-se a incorporação de práticas de economia circular, como reuso, modularidade e reciclabilidade, bem como a consideração de custos de ciclo de vida e sustentabilidade econômica nos processos decisórios. Em conjunto, essas práticas evidenciam a diversidade de enfoques e a abrangência das contribuições do BIM na promoção de construções mais sustentáveis.

No que se refere às metas associadas aos ODS, os artigos analisados reforçam a predominância da meta 9.4, vinculada à modernização tecnológica e eficiência de processos, presente na maior parte da amostra. A meta 11.6 também aparece de forma recorrente, com foco na redução dos impactos ambientais em contextos urbanos, assim como a 7.3, voltada à eficiência energética. Outras metas apresentam menor frequência, como a 8.4, relacionada ao uso eficiente de recursos, a 12.5, direcionada à redução de resíduos, e a 13.2, que trata da integração de medidas de enfrentamento às mudanças climáticas. Também foram identificadas ocorrências pontuais de metas dos ODS 4, 10, 14, 16 e 17, indicando que, embora a concentração esteja em determinados objetivos, o BIM tem sido explorado em articulação com diferentes dimensões da sustentabilidade.

15

4.2.3 Áreas da engenharia dos artigos mais recentes

A análise dos dez artigos mais recentes demonstra uma concentração temática em torno da infraestrutura e transporte, presente em todos os trabalhos, o que indica a centralidade dessa área no debate sobre a aplicação do BIM em perspectiva sustentável. Em segundo plano, destacam-se energia e eficiência energética e segurança do trabalho e saúde ocupacional, ambos recorrentes em diferentes artigos, sugerindo uma aproximação entre a discussão tecnológica e preocupações ligadas tanto à transição energética quanto à proteção do trabalhador. Também se identificaram referências a operação e manutenção e a educação, capacitação e governança, que, embora menos frequentes, revelam um movimento de incorporação de aspectos de gestão e de transferência de conhecimento no uso do BIM.

Por outro lado, observa-se que temas tradicionalmente associados à sustentabilidade, como saneamento básico e gestão hídrica e planejamento urbano e territorial, surgem em menor número, ainda que presentes em alguns artigos, denotando um espaço de ampliação para futuras pesquisas. A ausência de recorrência significativa de áreas como materiais e tecnologias ou edificações e construções verticais reforça essa lacuna. Esse panorama sugere

que, embora o BIM esteja sendo explorado em áreas críticas para a infraestrutura e a eficiência energética, a agenda de pesquisa ainda não cobre de modo equilibrado todos os campos de aplicação alinhados aos ODS, sobretudo aqueles ligados à dimensão urbana integrada e à gestão de recursos naturais.

4.2.3 Impactos positivos atribuídos ao BIM em relação à sustentabilidade dos artigos mais recentes

As contribuições do BIM para a sustentabilidade manifestam-se em diferentes frentes, incluindo a automação de análises ambientais, a exemplo de *Life Cycle Assessment* (LCA) e *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA), simulações de desempenho energético, avaliação da circularidade de materiais e integração com tecnologias digitais emergentes, como digital twin, IoT e modelagens estruturais avançadas. Sistos-Sescosse et al. (2025) aplicaram o BIM em associação à análise de ciclo de vida para apoiar decisões ambientais, enquanto Altaf et al. (2025) utilizaram na sistematização de custos de ciclo de vida. Abdelrheem et al. (2025) exploraram sua integração com simulações estruturais para otimização de recursos. Já Nguyen et al. (2025) sugerem sua potencialidade em articulação com digital twins e IoT para reduzir emissões em tempo real. Tais exemplos demonstram a consolidação do BIM como plataforma integradora, capaz de apoiar múltiplos níveis de análise e decisão em sustentabilidade.

Outro aspecto que se destaca é a presença de práticas relacionadas à economia circular, como modularidade, reuso e rastreabilidade de materiais, particularmente nos estudos de Lau et al. (2025) e Li e Feng (2025). Essa vertente amplia a discussão para além do desempenho energético, incorporando estratégias voltadas à gestão de fluxos de materiais e à redução de desperdícios, alinhadas às demandas contemporâneas por processos construtivos mais circulares.

16

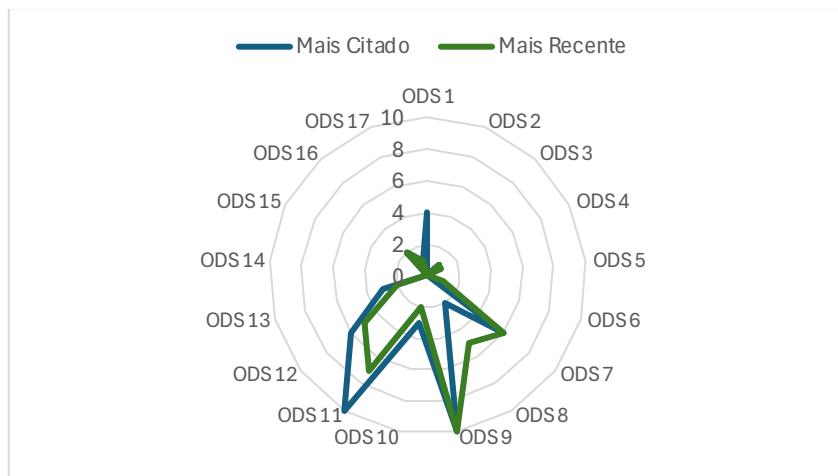
Os resultados dos artigos mais recentes indicam que o BIM tem sido empregado como um ambiente colaborativo de integração de dados e ferramentas, permitindo a consideração simultânea de aspectos técnicos, ambientais, econômicos e de governança. A multiplicidade de aplicações observadas sugere um avanço no uso da tecnologia em diferentes etapas do ciclo de vida das construções, reforçando sua função como suporte ao planejamento, à execução e à gestão orientada por critérios de sustentabilidade.

4.3 Integração dos resultados: padrões e lacunas na literatura

A comparação entre os artigos mais citados e os mais recentes permite visualizar a evolução e o direcionamento das pesquisas que integram o BIM às práticas sustentáveis na construção civil, em alinhamento com os ODS.

A análise integrada dos 20 artigos selecionados (10 mais citados e 10 mais recentes) demonstra padrões relevantes e lacunas emergentes na relação entre BIM e os ODS. O gráfico de radar (Figura 1) ilustra que a aderência dos estudos não se distribui de forma homogênea entre os 17 ODS, concentrando-se em um conjunto específico de objetivos vinculados à sustentabilidade urbana e inovação tecnológica, além da eficiência energética.

Figura 1. Distribuição dos ODS em pesquisas com BIM na Construção Civil.



Fonte: Autores, 2025.

Os artigos mais citados mostram uma forte convergência para os ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura) e 11 (Cidades e comunidades sustentáveis), ambos mencionados em 10 estudos. Essa predominância confirma a relevância do BIM como ferramenta estratégica para modernizar a infraestrutura, aprimorar processos de planejamento urbano e apoiar cidades mais resilientes (Kaewunruen; Lian, 2019; Alwan et al., 2017; Akanbi et al., 2019).

Além disso, objetivos como ODS 7 (Energia limpa e acessível) e ODS 12 (Consumo e produção responsáveis) também aparecem com destaque, sugerindo que os trabalhos clássicos priorizaram dimensões de eficiência energética, redução de resíduos e integração tecnológica (Olawumi; Chan, 2018; Carvalho et al., 2016). Contudo, a baixa incidência de menções a ODS de caráter social, como o ODS 4 (Educação de qualidade) e ODS 5 (Igualdade de gênero), demonstra que a literatura consolidada se concentrou em aspectos predominantemente técnicos e ambientais, deixando de lado dimensões sociais da sustentabilidade.

Nos artigos mais recentes, observa-se um padrão de continuidade e ao mesmo tempo de expansão temática. ODS 9 e ODS 11 permanecem como centrais, reforçando a relevância já identificada nos estudos mais citados (Widjaja et al., 2025; Xiao et al., 2025). Contudo, emergem tendências de maior atenção ao ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico), mencionado em cinco artigos, e ao ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima), citado em quatro artigos recentes (Li; Feng, 2025; Sistos-Sescosse et al., 2025). Essa mudança indica um deslocamento para integrar o BIM não apenas à eficiência técnica, mas também a agendas de mitigação climática e impactos socioeconômicos do setor da construção.

Outra contribuição relevante da literatura recente foi a inclusão de ODS pouco explorados anteriormente, como o ODS 4 (Educação de qualidade) e o ODS 6 (Água potável e saneamento), sugerindo esforços em associar o BIM a práticas de capacitação profissional e gestão hídrica sustentável (Nguyen et al., 2025; Sistos-Sescosse et al., 2025). Embora essas menções ainda sejam pontuais, revelam potenciais linhas de pesquisa que podem ampliar o escopo do BIM em direção a soluções mais holísticas e interdisciplinares.

Os artigos mais recentes, por sua vez, ampliam esse escopo ao incorporar o ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico), o ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima) e, em menor medida, o ODS 4 (Educação de qualidade) e o ODS 6 (Água potável e saneamento). Essa evolução sugere que a agenda atual de pesquisa tem buscado alinhar o BIM não apenas a

aspectos técnicos, mas também a dimensões socioeconômicas e climáticas, ampliando seu potencial de impacto no contexto da Agenda 2030.

No entanto, permanece uma lacuna nos artigos mais citados e nos mais recentes, relacionada aos ODS 2 (Fome zero e agricultura sustentável), 5 (Igualdade de gênero), 14 (Vida na água) e 15 (Vida terrestre), que não foram explorados de forma significativa. Isso demonstra que a interface entre BIM e dimensões sociais mais amplas, ou relacionadas à biodiversidade, ainda carece de estudos. Esse resultado reforça a percepção de que, embora o BIM seja reconhecido como catalisador de inovação tecnológica e eficiência ambiental, sua integração com os pilares sociais da Agenda 2030 continua sendo um desafio.

Em síntese, os resultados revelam um padrão de continuidade em torno do ODS 9 e do ODS 11 como eixos estruturantes da relação entre BIM e sustentabilidade, ao mesmo tempo em que evidenciam lacunas de pesquisa ligadas aos ODS de caráter social e ecológico. Essa tendência sugere que futuras investigações devem buscar maior transversalidade, ampliando o potencial do BIM como ferramenta de apoio não apenas à construção sustentável, mas também à promoção de justiça social, educação e preservação ambiental.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo investigar de que maneira a tecnologia BIM pode contribuir para a promoção de práticas sustentáveis na construção civil, em consonância com os temas e metas propostos pelos ODS da Agenda 2030. A partir da análise de 20 artigos científicos, sendo 10 os mais citados e 10 os mais recentes, todos indexados na base Scopus e vinculados à área da engenharia, foi possível identificar padrões relevantes que indicam a evolução do debate acadêmico e técnico sobre a integração entre BIM e sustentabilidade.

18

A sistematização dos dados com base em quatro critérios analíticos (práticas sustentáveis abordadas, ODS e metas associadas, áreas temáticas da engenharia e contribuições atribuídas ao BIM) revelou que o uso do BIM tem se consolidado como uma ferramenta estratégica para o planejamento, execução e operação de empreendimentos sustentáveis. Os artigos mais citados concentram-se em temáticas já amadurecidas na literatura, como a redução do impacto ambiental, o consumo e produção responsáveis (ODS 12), e a mitigação das mudanças climáticas (ODS 13). Já os artigos mais recentes demonstram a ampliação do escopo de atuação do BIM, com maior presença de temas como eficiência energética (ODS 7), inovação em infraestrutura (ODS 9), e cidades sustentáveis (ODS 11), indicando uma tendência emergente de aplicações mais complexas e interdisciplinares.

Há um crescimento no número de estudos voltados a áreas da engenharia como edificações e construções verticais, eficiência energética e operação e manutenção, sugerindo que o BIM está sendo utilizado de forma cada vez mais abrangente e transversal. A tecnologia tem demonstrado capacidade de apoiar o ciclo de vida completo dos empreendimentos, com destaque para o planejamento integrado, a modelagem de desempenho ambiental, a simulação de cenários construtivos, a rastreabilidade de dados e a gestão de recursos materiais e energéticos.

Em síntese, a análise indica que o BIM contribui para práticas sustentáveis principalmente ao modernizar processos construtivos, reduzir desperdícios, otimizar o uso de energia e recursos e apoiar o planejamento urbano sustentável. Contudo, para que sua aplicação esteja alinhada à

Agenda 2030, é necessário avançar em pesquisas que explorem a transversalidade do BIM, ampliando sua interface com dimensões sociais, ecológicas e educativas da sustentabilidade. Sugere-se para trabalhos futuros a diversificação de bases de dados para a coleta de artigos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas Bolsas de Produtividade (autores 3 e 4), e ao Instituto Ânima pelo apoio a pesquisa.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

- ABANDA, F. H.; BYERS, L. An investigation of the impact of building orientation on energy consumption in a domestic building using emerging BIM (Building Information Modelling). *Energy*, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.10.103>.
- ABDELRHEEM, A. E.; EL-HELLOTY, A.; EHAB, A. Integrated FEM, CFD, and BIM Approaches for Optimizing Pre-Stressed Concrete Wind Turbine Tower Design. *Civil Engineering Journal (Iran)*, v. 11, n. 2, p. 523–543, 2025. Salehan Institute of Higher Education.
- ABDIRAD, H.; PISHDAD-BOZORGI, P. Barriers to the integration of Building Information Modeling and sustainability practices in construction. *Journal of Cleaner Production*, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121730>.
- AGENDA 2030. Transformar Nossa Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em <<https://gtagenda2030.org.br/wp-content/uploads/2015/08/odstraduzidos.pdf>> Acesso em 02.05.2025.
- AKANBI, L. A. et al. Disassembly and deconstruction analytics system (D-DAS) for construction in a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, v. 223, p. 386–396, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.172>.
- ALTAF, M.; JAFFARI, R.; ALALAOUL, W. S.; MUSARAT, M. A.; AMMAD, S. Developing automated strategy of life cycle cost analysis (LCCA) with building information modeling (BIM) integration for building projects. *Results in Engineering*, v. 25, 2025. Elsevier B.V.
- ALWAN, Z.; JONES, P.; HOLGATE, P. Strategic sustainable development in the UK construction industry through the framework for strategic sustainable development, using Building Information Modelling. *Journal of Cleaner Production*, v. 140, p. 350–358, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.085>.
- CARVALHO, J. P.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. Optimising building sustainability assessment using BIM. *Automation in Construction*, v. 102, p. 170–182, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.021>.
- CHAREF, R.; ALAKA, H.; EMMITT, S. Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views. *Journal of Building Engineering*, v. 19, p. 242–257, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.04.028>.
- GAUDERETO, G. L. **Planejamento estratégico do setor de energia brasileiro na perspectiva dos objetivos de desenvolvimento sustentável.**, 11. dez. 2023. Tese de Doutorado, São Paulo: Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-03012024-095621/>>..
- KAEWUNRUEN, S.; LIAN, Q. Digital Twin aided Sustainability-based Lifecycle Management for Railway Turnout Systems. *Journal of Cleaner Production*, v. 228, p. 1537–1551, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.156>.
- KAEWUNRUEN, S.; XU, N. Digital twin for sustainability evaluation of railway station buildings. *Frontiers in Built Environment*, v. 4, p. 77, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fbuil.2018.00077>>.

LAU, E. K. S.; CHAN, D. W. M.; OLUYEYE, B. I.; OLAWUMI, T. O. Towards Circular Buildings in Hong Kong: A New Integrated Technology–Material–Design (TMD) Circularity Assessment Framework. **Buildings**, v. 15, n. 5, 2025. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).

LI, Chaojun; PRADHAN, Prajat; CHEN, Guoqian; KROPP, Jürgen P.; SCHELLNHUBER, Hans Joachim. Carbon footprint of the construction sector is projected to double by 2050 globally. **Communications Earth & Environment**, [S.I.], v. 6, n. 1, p. 831, 2025. DOI: 10.1038/s43247-025-02840-x

LIU, Z. et al. Building information management (BIM) and blockchain (BC) for sustainable building design information management framework. **Electronics**, v. 8, n. 7, p. 724, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.3390/electronics8070724>>.

MAYRING, Philipp. **Qualitative Content Analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution**. Klagenfurt: SAGE OpenSSOAR open Access Repository, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2158244014522633>.

NAGHSHBANDI, M.; REZAEI, M. Identifying and prioritizing the benefits of integrating Building Information Modeling and sustainability in construction projects using hybrid MCDM approach. **Journal of Cleaner Production**, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131241>.

NGUYEN, T. D. H. N.; AHN, Y.; KIM, B. Integrated Digital-Twin-Based Decision Support System for Relocatable Module Allocation Plan: Case Study of Relocatable Modular School System. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 15, n. 4, 2025. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).

NNADI, E. O. et al. Towards circular buildings: Technology–Material–Design (TMD) circularity assessment framework. **Sustainability**, v. 17, n. 1, 2025. <https://doi.org/10.3390/su17010412>.

OLAWUMI, T. O. et al. Barriers to the integration of BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts. **Journal of Building Engineering**, v. 20, p. 60–71, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobr.2018.06.017>.

OLAWUMI, T. O.; CHAN, D. W. M. Identifying and prioritizing the benefits of integrating BIM and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey of international experts. **Sustainable Cities and Society**, v. 40, p. 16–27, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.03.033>.

ONU, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Agenda 2030: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: www.agenda2030.com.br. Acesso em: 04 jan. 2025

PAGE, M.J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, London, v. 372, n. n71, 2021. Disponível em <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

REZAEI, R. et al. Integrated digital-twin-based decision support system for improving productivity and sustainability in infrastructure projects. **Sustainability**, v. 17, n. 1, 2025. <https://doi.org/10.3390/su17010628>.

SEPASGOZAR, S. M. E.; KARAN, E. P.; HARMAN, A. Exploring blockchain and smart sustainable city: A systematic literature review to map future research trends. **Journal of Cleaner Production**, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133879>.

SISTOS-SESCOSSE, G.; ATUAHENE, B. T.; AJULO, O.; ADAMS, I. Examining the Decision Criteria for BIM–LCA: A Case Study. **Construction Economics and Building**, v. 25, n. 1, p. 203–220, 2025. Australian Institute of Quantity Surveyors.

TEISSERENC, B.; SEPASGOZAR, S. Adoption of blockchain technology through digital twins in the construction industry 4.0: A PESTELS approach. **Buildings**, v. 11, n. 12, p. 670, 2021. Disponível em <<https://doi.org/10.3390/buildings11120670>>.

TENG, X.; SHEN, Z.; TUTUKO, D. C. S. Evaluating the Impact of Insulation Materials on Energy Efficiency Using BIM-Based Simulation for Existing Building Retrofits: Case Study of an Apartment Building in Kanazawa, Japan. **Buildings**, v. 15, n. 4, 2025. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).

VEERENDRA, G. T. N.; DEY, S.; MANTLE, E. J.; MANOJ, A. V. P.; PADAVALA, S. S. A. B. Building information modeling – simulation and analysis of a University Edifice and its environs – A sustainable design approach. **Green Technologies and Sustainability**, v. 3, n. 2, 2025. KeAi Communications Co.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings— Literature review and future needs. **Automation in Construction**, v. 38, p. 109-127, 2014. Disponível em < <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>>

WIDJAJA, D. D.; RACHMAWATI, T. S. N.; KIM, S. A BIM-based intelligent approach to rebar layout optimization for reinforced concrete columns. **Journal of Building Engineering**, v. 99, 2025. Elsevier Ltd.

XIAO, F., CHEN, X., ZHU, Y., XIE, P., SALIMZADEH, S., ZHANG, QB. Multi-LoD BIM integrated design framework for pressurised tunnel systems. **Tunnelling and Underground Space Technology**, v. 158, p. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2024.105371>.

ZHAO, Q ZHANG, L.; LI, X.; WANG, Y.; LIU, J.; WANG, X.; DONG, S. Exploring Carbon Emissions in the Construction Industry: A Review of Accounting Scales, Boundaries, Trends and Gaps. **Buildings**, v. 15, n. 11, p. 1900, 2025. DOI:10.3390/2075-5309/15/11/1900



DECLARAÇÕES

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e design do estudo:** Ana Paula Branco do Nascimento e Guilherme Leite Gaudereto
- **Curadoria de dados:** Guilherme Leite Gaudereto e Ana Paula Branco do Nascimento
- **Metodologia:** Victor Agostinho Conceição
- **Análise formal:** Ana Paula Branco do Nascimento e Cláudia Kniess
- **Investigação:** Victor Agostinho Conceição
- **Redação – versão original:** Victor Agostinho Conceição
- **Revisão crítica:** Cláudia Kniess
- **Revisão e edição final:** Ana Paula Branco do Nascimento
- **Supervisão:** Ana Paula Branco do Nascimento
- **Aquisição de financiamento:** *Não se aplica*

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, **Victor Agostinho Conceição, Guilherme Leite Gaudereto, Cláudia Terezinha Kniess e Ana Paula Branco do Nascimento** declaramos que o manuscrito intitulado “**Contribuições do BIM para a Sustentabilidade na Construção Civil: Alinhamento com os Objetivos da Agenda 2030**”:

22

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui. Este trabalho foi apoiado pelo Programa de Pós Graduação Mestrado Profissional em Engenharia Civil.
2. **Relações Profissionais:** Nós professores mantemos vínculo empregatício na Universidade São Judas Tadeu.
3. **Conflitos Pessoais:** Não possui.