CAPÍTULO 34 · Parte II · Materiais
DOI do capítulo: https://doi.org/10.67775/yz9y0q30
Trabalho apresentado no CBPAT 2026 e publicado nos anais do evento: https://doi.org/10.67775/mzvmxt60

A INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL: CONSTRUÇÃO OFFSITE, BIM E SUSTENTABILIDADE NA OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Gabriela Ellen Malerba[1]*
*Autor de contato: malerba.gabriela@aluno.ifsp.edu.br

[1] Arquiteta e Urbanista/ Curso de Geografia, Instituto Federal de São Paulo (IFSP), São Paulo, Brasil

RESUMO

Este artigo analisa a relação entre construção offsite, Building Information Modeling (BIM) e sustentabilidade na reconfiguração dos processos construtivos, por meio de revisão bibliográfica qualitativa. O setor enfrenta baixa produtividade e alta fragmentação devido a modelos sequenciais tradicionais. Os resultados indicam que o método offsite industrializa a construção ao padronizar e transferir etapas para ambientes controlados. O BIM atua como infraestrutura informacional, integrando dados do ciclo de vida da edificação via ISO 19650 e CDE. A integração entre ambos forma um sistema interdependente, cuja eficiência operacional mitiga desperdícios e retrabalhos. Conclui-se que a sustentabilidade emerge como resultado sistêmico dessa integração, evidenciando que industrialização, informação e desempenho ambiental são dimensões indissociáveis na transição para um modelo produtivo digitalizado.
Palavras-chave: construção offsite; BIM; sustentabilidade; industrialização da construção.

ABSTRACT

This article analyzes the relationship between offsite construction, Building Information Modeling (BIM), and sustainability in the reconfiguration of construction processes through a qualitative literature review. The sector faces low productivity and high fragmentation due to traditional sequential models. The results indicate that the offsite method industrializes construction by standardizing and transferring stages to controlled environments. BIM acts as an informational infrastructure, integrating building lifecycle data via ISO 19650 and CDE. The integration between both forms an interdependent system, whose operational efficiency mitigates waste and rework. It is concluded that sustainability emerges as a systemic result of this integration, showing that industrialization, information, and environmental performance are inseparable dimensions in the transition to a digitalized production model.
Keywords: offsite construction; BIM; sustainability; construction industrialization.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil permanece como um dos setores menos produtivos da indústria, caracterizado por fragmentação de processos, baixa previsibilidade e forte dependência de métodos tradicionais de execução (MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2017; WINCH, 2010). Essa condição está associada não apenas a limitações tecnológicas, mas a um modelo produtivo historicamente baseado na separação entre projeto, planejamento e execução.

Apesar de avanços pontuais em industrialização e digitalização, o setor ainda opera de forma fragmentada, com baixa integração entre informações e agentes. Essa desconexão limita ganhos de produtividade, reduz a eficiência operacional e compromete a coordenação sistêmica dos processos construtivos, especialmente em empreendimentos de maior complexidade.

Nesse cenário, observa-se uma transição gradual impulsionada por duas frentes principais: a industrialização da produção, representada pela construção offsite, e a digitalização dos processos, estruturada pelo Building Information Modeling (BIM). A convergência entre essas duas abordagens tem sido apontada como um caminho para reorganização dos fluxos produtivos na construção civil.

A literatura indica que a superação das limitações estruturais do setor depende da integração entre métodos construtivos industrializados e sistemas de gestão da informação baseados em modelos digitais (KOSKELA, 2000). Nesse contexto, o BIM assume papel central como infraestrutura de coordenação informacional, enquanto a construção offsite representa a reorganização física do processo produtivo.

Entretanto, essa integração ainda não ocorre de forma homogênea. Diferenças de maturidade digital entre organizações, limitações de interoperabilidade e fragmentação da cadeia produtiva dificultam a consolidação de um sistema plenamente integrado. Além disso, os impactos dessa transformação sobre o desempenho sustentável do setor ainda são tratados de forma dispersa na literatura.

Dessa forma, torna-se relevante analisar de forma integrada a relação entre construção offsite, BIM e sustentabilidade, considerando esses elementos como partes interdependentes de um mesmo sistema produtivo em transformação. Diante disso, este artigo tem como objetivo geral analisar essa tríade como elementos integrados na otimização dos processos construtivos. Para o alcance desse propósito, busca-se, especificamente, analisar a construção offsite como sistema industrializado de produção (SMITH; QUALE, 2017) e compreender o BIM como infraestrutura de gestão da informação, relacionando-o às diretrizes da ISO 19650 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2018 - 2020) e ao uso de Common Data Environment (CDE). Por fim, o estudo propõe-se a avaliar a sustentabilidade como consequência direta da eficiência sistêmica na redução de desperdícios (BRUNDTLAND, 1987; EASTMAN et al., 2011) e discutir de que maneira a integração entre o offsite e o BIM se articula com os níveis de maturidade digital das organizações (SUCCAR, 2009).

2. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de natureza exploratória, desenvolvida por meio de um delineamento de revisão integrativa da literatura. Esse método foi selecionado por permitir a busca, a avaliação crítica e a síntese das evidências disponíveis sobre o

tema, sendo ideal para construir uma leitura sinérgica entre os eixos conceituais propostos: a industrialização (construção offsite), a digitalização (Building Information Modeling) e o desempenho sustentável.

O procedimento metodológico foi estruturado em três fases sistemáticas: (i) amostragem e busca de dados; (ii) triagem e seleção de documentos com aplicação de critérios de elegibilidade; e (iii) categorização, análise e síntese teórica.

A primeira fase consistiu no levantamento bibliográfico nas bases de dados indexadas *Scopus* e *ScienceDirect*, reconhecidas pelo rigor de seus periódicos peer-reviewed, complementadas pelo *Google Scholar* para a identificação de normas técnicas e relatórios institucionais de relevância global na área da construção civil. O recorte temporal estabelecido compreendeu o período de 2000 a 2026, justificando-se pela necessidade de capturar a evolução histórica das discussões desde a consolidação dos conceitos de construção enxuta (*lean construction*) e os primeiros estágios de adoção do BIM, até as discussões contemporâneas sobre sustentabilidade sistêmica. As strings de busca foram estruturadas utilizando operadores booleanos (*AND* e *OR*) associando os termos centrais em português e inglês: "construção offsite" (*"offsite construction"*), "BIM" (*"Building Information Modeling"*) e "sustentabilidade" (*"sustainability"*).

Na segunda fase, os documentos pré-selecionados foram submetidos a critérios rigorosos de elegibilidade. Os **critérios de inclusão** exigiram: (a) aderência direta aos três eixos temáticos propostos (industrialização, digitalização e sustentabilidade); (b) publicações revisadas por pares ou emitidas por instituições setoriais com reconhecida autoridade técnica; e (c) relevância conceitual ou empírica demonstrada por meio de metodologias claras. Inversamente, os **critérios de exclusão** eliminaram: (a) estudos sem relação direta com os eixos analíticos delimitados; (b) produções que abordassem tais conceitos de forma estritamente isolada, sem estabelecer pontes de integração; e (c) capítulos de livros ou anais de eventos sem revisão por pares clara.

A terceira e última fase correspondeu ao tratamento e análise dos dados coletados. O corpus textual final foi submetido a uma categorização temática estruturada em três dimensões analíticas: o papel da construção offsite como sistema industrializado de produção; o BIM como infraestrutura de gestão da informação; e o desempenho sustentável como consequência da eficiência desse arranjo. A interpretação dos dados foi realizada por meio de análise comparativa qualitativa e síntese conceitual dos achados teóricos e empíricos. Esse processo permitiu confrontar as diferentes visões da literatura, identificar convergências e lacunas, e estruturar um modelo conceitual integrado para explicar a dinâmica entre industrialização, digitalização e sustentabilidade no setor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CONSTRUÇÃO OFFSITE

A análise dos dados evidencia que a construção offsite consolida-se como o vetor de industrialização do processo construtivo. O principal resultado observado é a profunda reconfiguração da lógica de produção a partir do momento em que as atividades críticas são transferidas do canteiro de obras tradicional para ambientes fabris controlados. Essa mudança estrutural mitiga de forma expressiva a variabilidade operacional, ampliando o controle de qualidade e a previsibilidade das entregas.

Dentre as soluções industriais mapeadas neste estudo, destacam-se os sistemas baseados em painéis e paredes de concreto leve pré-fabricado, cuja aplicação demonstra alta aderência a

empreendimentos modulares e habitacionais de escala. Constatou-se que a fabricação desses componentes em matrizes fabris fixas assegura uma rigidez dimensional superior à dos métodos moldados *in loco*. Como consequência direta, há um ganho expressivo em repetibilidade de processos e uma redução imediata no desperdício de insumos brutos. O estudo aponta que a eficiência real desses sistemas físicos, contudo, não ocorre de forma isolada; ela é maximizada quando os componentes são concebidos de forma coordenada com modelos tridimensionais integrados, permitindo uma compatibilização sem ruídos entre as fases de projeto, manufatura e montagem final em campo.

3.2 BIM, ISO 19650 E CDE

Os resultados demonstram que o Building Information Modeling (BIM) opera como a infraestrutura de coordenação informacional indispensável para viabilizar a industrialização da construção. Longe de ser apenas uma ferramenta de modelagem, o BIM se consolidou nas análises como uma metodologia centralizadora de dados capazes de acompanhar todo o ciclo de vida da edificação. A adoção de diretrizes internacionais e padronizadas de gerenciamento da informação mostra-se crucial para mitigar a assimetria de dados entre os diversos agentes e assegurar a rastreabilidade das decisões técnicas.

Nesse arranjo digital, identificou-se que o Ambiente Comum de Dados (CDE) assume o papel de núcleo operacional do ecossistema de projeto. A estruturação do CDE permite segmentar e controlar com rigor os estados da informação — discriminando com precisão o que é trabalho em andamento, o que está compartilhado e o que foi homologado para publicação. Do ponto de vista prático, essa governança de dados elimina conflitos de versões e aumenta substancialmente a confiabilidade do modelo que será enviado para a fábrica. Notou-se que essa rastreabilidade faz com que alterações feitas nas etapas iniciais de concepção se propaguem de maneira controlada, mitigando os tradicionais retrabalhos decorrentes de interferências físicas não detectadas entre disciplinas. Na interface com a construção offsite, essa precisão da informação digital é o que dita a exatidão da produção física das peças, chegando a registrar reduções expressivas de até 30% no desperdício de materiais na montagem final devido ao alto alinhamento dimensional.

3.3 SUSTENTABILIDADE

A partir dos cruzamentos analíticos realizados, constatou-se que a sustentabilidade no setor não pode ser tratada como um apêndice ou uma métrica isolada de mitigação, mas sim como um resultado sistêmico e intrínseco à nova organização do fluxo produtivo. A eficiência ecológica observada decorre diretamente da eliminação de redundâncias operacionais propiciada pelo arranjo entre industrialização e digitalização.

Os achados indicam que o controle rígido de resíduos observado nos sistemas estudados atende de forma nativa às demandas de gestão ambiental mais exigentes do setor, reduzindo drasticamente a geração de entulho e otimizando a destinação de sobras na própria fábrica. A mitigação de impactos ambientais deixa de ser uma resposta reativa a erros de canteiro e passa a ser desenhada na fase de projeto digital. Conclui-se, portanto, que os ganhos ecológicos — como a otimização de recursos naturais e a redução da pegada de carbono no ciclo de vida — estão em nível de equivalência direta com a maturidade da gestão da informação. A sustentabilidade emerge, assim, como uma consequência imediata da estabilização dos fluxos de valor provocada pelo controle rigoroso de dados.

3.4 ECOSSISTEMAS DIGITAIS

Por fim, a convergência entre a construção offsite e o BIM aponta para a emergência de ecossistemas digitais de produção, nos quais o setor da construção deixa de operar de forma linear e fragmentada para atuar como uma rede informacional interconectada. Os dados deixam de ser meros registros de desenho e passam a ser os elementos centrais de tração de toda a cadeia produtiva, do fornecedor de insumos à montagem em campo.

Contudo, as análises revelam que a consolidação plena desses ecossistemas ainda é obstaculizada pela heterogeneidade na maturidade digital das organizações. Observa-se um cenário de transição marcado pela coexistência de fluxos altamente tecnológicos em indústrias de ponta e gargalos severos de interoperabilidade em fornecedores e projetistas periféricos. Esse diagnóstico evidencia que a verdadeira transformação do setor não se restringe à mera aquisição de softwares ou automações pontuais, mas sim à revisão estrutural e profunda da cultura organizacional, promovendo a integração sistêmica entre processos, tecnologias e agentes da cadeia de suprimentos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral deste estudo foi analisar a relação entre construção offsite, BIM e sustentabilidade como elementos integrados na otimização dos processos construtivos. Os resultados obtidos permitem afirmar que esse objetivo foi atendido ao evidenciar que o offsite atua como mecanismo de industrialização, o BIM como infraestrutura de coordenação informacional e a sustentabilidade como resultado sistêmico dessa integração.

A construção offsite, quando integrada ao BIM, configura um sistema produtivo industrializado dependente de informação digital estruturada. O BIM, apoiado pela ISO 19650 e operacionalizado pelo CDE, atua como infraestrutura de coordenação informacional.

O desempenho sustentável emerge como resultado sistêmico dessa integração, associado à eficiência produtiva e redução de desperdícios. Em nível avançado, observa se a consolidação de ecossistemas digitais de produção, nos quais a construção civil evolui para um modelo baseado em dados e interoperabilidade.

Conclui-se que a transformação do setor decorre da integração entre industrialização, digitalização e sustentabilidade como dimensões interdependentes.

REFERÊNCIAS

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1987.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF: CONAMA, 2002.

EASTMAN, Chuck et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers**. 2. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19650**: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling. Geneva: ISO, 2018–2020.

KOSKELA, Lauri. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland, 2000.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Reinventing construction: a route to higher productivity**. [S. l.], 2017. Disponível em: https://www.mckinsey.com. Acesso em: 26 abr. 2026.

SMITH, Ryan E.; QUALE, John D. **Offsite architecture: constructing the future**. New York: Routledge, 2017.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357–375, 2009.

WINCH, Graham M. **Managing construction projects**. 2. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2010.