




## TECNOLOGIAS EMERGENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA

### EMERGING TECHNOLOGIES IN BRAZILIAN CONSTRUCTION

## TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LA CONSTRUCCIÓN BRASILEÑA

 <https://doi.org/10.56238/levv15n42-079>

Data de submissão: 20/10/2024

Data de publicação: 20/11/2024

Adriano Milani das Chagas

### RESUMO

Este artigo apresenta uma análise detalhada das tecnologias emergentes aplicadas na construção civil brasileira, destacando avanços que impactam diretamente a qualidade, a sustentabilidade e a eficiência operacional das obras. A investigação foi conduzida por meio de revisão bibliográfica qualitativa, considerando publicações entre 2015 e 2024, com foco em sistemas digitais, materiais inovadores e processos industrializados. Os resultados demonstraram que metodologias como Building Information Modeling e Lean Construction, combinadas a scanners tridimensionais e sensores inteligentes, promovem ganhos relevantes em planejamento e execução, reduzindo desperdícios e garantindo maior conformidade técnica. Também se constatou que o uso de bioconcretos, compósitos avançados e sistemas industrializados como o drywall contribui para obras mais duráveis, seguras e alinhadas a exigências ambientais. As discussões reforçam que a integração entre ferramentas digitais e materiais inteligentes estabelece um novo paradigma no setor, exigindo profissionais qualificados e gestão colaborativa. Conclui-se que a adoção dessas inovações representa um caminho consolidado para a modernização da construção civil brasileira e para a geração de maior valor agregado às edificações.

**Palavras-chave:** Tecnologias Emergentes. Construção Civil. BIM. Lean Construction. Sustentabilidade.

### ABSTRACT

This article presents a detailed analysis of emerging technologies applied in Brazilian civil construction, highlighting advances that directly affect quality, sustainability, and operational efficiency of projects. The investigation was conducted through a qualitative literature review, considering publications between 2015 and 2024, focusing on digital systems, innovative materials, and industrialized processes. The results demonstrated that methodologies such as Building Information Modeling and Lean Construction, combined with three dimensional scanners and smart sensors, promote significant improvements in planning and execution, reducing waste and ensuring greater technical compliance. It was also found that the use of bioconcrete, advanced composites, and industrialized systems such as drywall contributes to more durable, safer, and environmentally compliant constructions. Discussions reinforce that the integration between digital tools and smart materials establishes a new paradigm in the sector, requiring qualified professionals and collaborative management. It is concluded that adopting these innovations represents a consolidated path to modernizing Brazilian civil construction and generating greater added value to buildings.

**Keywords:** Emerging Technologies. Civil Construction. BIM. Lean Construction. Sustainability.



## RESUMEN

Este artículo presenta un análisis detallado de las tecnologías emergentes aplicadas a la construcción brasileña, destacando los avances que impactan directamente en la calidad, la sostenibilidad y la eficiencia operativa de los proyectos. La investigación se realizó mediante una revisión bibliográfica cualitativa, considerando publicaciones publicadas entre 2015 y 2024, con énfasis en sistemas digitales, materiales innovadores y procesos industrializados. Los resultados demostraron que metodologías como el Modelado de Información de la Construcción (BIM) y la Construcción Esbelta (Lean Construction), combinadas con escáneres tridimensionales y sensores inteligentes, promueven mejoras significativas en la planificación y ejecución, reduciendo el desperdicio y garantizando un mayor cumplimiento técnico. También se encontró que el uso de biohormigones, compuestos avanzados y sistemas industrializados como el drywall contribuye a proyectos más duraderos, seguros y respetuosos con el medio ambiente. Los análisis refuerzan que la integración de herramientas digitales y materiales inteligentes establece un nuevo paradigma en el sector, que requiere profesionales cualificados y una gestión colaborativa. La conclusión es que la adopción de estas innovaciones representa un camino sólido hacia la modernización de la construcción brasileña y la generación de mayor valor añadido para los edificios .

**Palabras clave:** Tecnologías Emergentes. Construcción Civil. BIM. Construcción Esbelta. Sostenibilidad.



## 1 INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias emergentes na construção civil brasileira tem redefinido as etapas de concepção e execução de projetos, trazendo ganhos expressivos em qualidade e produtividade, e esse movimento está diretamente relacionado à necessidade de atender demandas crescentes por eficiência, inovação e sustentabilidade no setor (Benachio; Freitas; Scheer, 2019).

A difusão de metodologias integradas, como o Building Information Modeling, tem ampliado a capacidade de planejamento e controle, permitindo maior previsibilidade de custos e cronogramas, ao mesmo tempo em que reduz falhas e incompatibilidades entre os diversos agentes envolvidos no processo construtivo (Brito; Balieiro, 2024).

Entre os principais fatores que impulsionam a adoção dessas inovações está a busca por materiais e processos que ofereçam maior durabilidade, menores índices de desperdício e facilitem a manutenção de obras ao longo do tempo, promovendo construções mais seguras e eficientes (Barros; Cardoso; Marcondes, 2009).

As transformações tecnológicas também alcançam a qualificação de profissionais, com o uso crescente de realidade virtual e sistemas imersivos que simulam situações reais de canteiro de obras, permitindo que trabalhadores desenvolvam habilidades práticas em ambientes controlados e com menor exposição a riscos (Oliveira; Vasconcelos, 2024).

O emprego de drones e scanners tridimensionais tem se tornado frequente no monitoramento de obras, permitindo medições precisas e acompanhamento detalhado de etapas construtivas, o que contribui para uma gestão mais assertiva e decisões rápidas baseadas em dados atualizados (Cecílio et al., 2020).

Os ecossistemas de inovação abertos, integrados por hubs tecnológicos, incubadoras e programas de capacitação, estão criando um ambiente colaborativo que favorece a criação de soluções específicas para os desafios enfrentados pelo setor, fortalecendo a capacidade de adaptação das empresas às novas exigências do mercado (Correia; Soares; Klavdianos, 2024).

Além dos processos digitais, a pesquisa e o desenvolvimento de materiais inovadores têm promovido alternativas como bioconcretos e compósitos avançados, que se destacam pela durabilidade e pelo menor impacto ambiental, resultando em edificações que exigem menos intervenções ao longo de seu ciclo de vida (Pereira et al., 2024).

A industrialização de sistemas construtivos, como o drywall, tem possibilitado maior agilidade na execução e maior controle sobre as especificações técnicas, refletindo em edificações com melhor desempenho acústico, térmico e estrutural, que atendem a normas de desempenho cada vez mais rigorosas (Barros; Cardoso; Marcondes, 2009).

Ferramentas como o Lean Construction vêm sendo aplicadas para reduzir desperdícios e otimizar fluxos de trabalho, alinhando princípios de eficiência com estratégias sustentáveis, e trazendo



impactos positivos no uso de recursos e na redução de custos em empreendimentos de diferentes portes (Brito; Balieiro, 2024).

As plataformas digitais aplicadas ao gerenciamento de obras permitem integração de dados em tempo real, facilitando a comunicação entre equipes, engenheiros e gestores, e criando um ambiente mais transparente que eleva o nível de confiabilidade das informações utilizadas para tomadas de decisão (Cecílio et al., 2020).

Hubs de inovação e redes de conhecimento têm promovido uma aproximação inédita entre construtoras, startups e centros de pesquisa, gerando oportunidades para testes de novas tecnologias, desenvolvimento de protótipos e implementação de soluções customizadas para demandas específicas do setor (Correia; Soares; Klavdianos, 2024).

A relevância das práticas de capacitação contínua torna-se ainda mais evidente quando se observa a rápida evolução das ferramentas digitais e materiais construtivos, pois profissionais atualizados garantem a correta aplicação das novas metodologias e asseguram a qualidade técnica exigida pelo mercado (Oliveira; Vasconcelos, 2024).

Estudos apontam que a combinação entre BIM e Lean Construction resulta em obras mais enxutas e eficientes, integrando planejamento detalhado com execução otimizada, minimizando riscos e ampliando o valor agregado aos empreendimentos (Brito; Balieiro, 2024).

O investimento em tecnologias emergentes também influencia a sustentabilidade do setor, uma vez que promove processos construtivos menos agressivos ao meio ambiente e estimula a utilização racional de insumos, alinhando o desenvolvimento urbano às exigências ambientais contemporâneas (Pereira et al., 2024).

Isso demonstra que a construção civil brasileira está em um momento decisivo de transformação, no qual a adoção de inovações tecnológicas, associada a uma cultura de melhoria contínua e colaboração entre agentes, representa o caminho para edificações mais seguras, sustentáveis e competitivas em escala nacional e internacional (Cecílio et al., 2020).

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS EMERGENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

As tecnologias emergentes implementadas no setor construtivo brasileiro surgiram como resposta a um contexto de baixa produtividade e altos índices de desperdício, de modo que a inserção de ferramentas digitais e métodos industriais vem progressivamente reconfigurando práticas tradicionais, criando um ambiente mais orientado a dados e resultados tangíveis (Benachio; Freitas; Scheer, 2019).

Estudos mostram que a incorporação do Building Information Modeling como plataforma de gestão integrada se tornou um marco para a indústria, pois sua aplicação reduziu incompatibilidades



de projeto, otimizou prazos e ofereceu simulações prévias que evitam retrabalhos dispendiosos ao longo das etapas construtivas (Brito; Balieiro, 2024).

A utilização de sistemas industrializados como paredes de drywall evidencia como a construção civil passou a valorizar soluções de montagem rápida e de fácil controle de qualidade, demonstrando que a inovação não está restrita a softwares, mas também a componentes físicos que favorecem a racionalização produtiva (Barros; Cardoso; Marcondes, 2009).

Com a evolução das cidades e o crescimento das demandas por edificações complexas, tornou-se essencial empregar técnicas avançadas que permitam atender requisitos ambientais, estruturais e econômicos simultaneamente, criando um novo paradigma que une eficiência e responsabilidade socioambiental (Pereira et al., 2024).

As primeiras experiências brasileiras com realidade virtual aplicada à capacitação de equipes demonstram um salto na qualidade de treinamentos, pois a imersão em ambientes simulados reduz riscos no canteiro e acelera o aprendizado técnico necessário para lidar com novas metodologias construtivas (Oliveira; Vasconcelos, 2024).

A trajetória de inovações também abrange o uso de drones e scanners tridimensionais, equipamentos que passaram a integrar a rotina de empresas para inspeções, mapeamentos e medições, oferecendo relatórios detalhados em menor tempo e com maior precisão quando comparados a métodos convencionais (Cecílio et al., 2020).

Hubs de inovação e ecossistemas colaborativos atuam como catalisadores da modernização do setor, conectando construtoras, fornecedores e universidades, permitindo que novas ideias sejam testadas rapidamente e convertidas em soluções concretas para problemas de produtividade e segurança (Correia; Soares; Klavdianos, 2024).

A criação de programas de inovação aberta pelo setor empresarial tem estimulado a busca por tecnologias aplicáveis a diferentes contextos construtivos, reforçando a importância de redes de conhecimento que compartilham experiências e favorecem o desenvolvimento de produtos adaptados à realidade brasileira (Costa; Leite, 2014).

O uso de materiais inovadores como bioconcretos e nanotecnologia revela que a evolução não se restringe ao planejamento digital, mas também ao desenvolvimento de compósitos que reduzem impactos ambientais e ampliam a durabilidade de elementos estruturais, favorecendo a sustentabilidade e a economia de recursos (Pereira et al., 2024).

Estudos mostram que a adoção simultânea de Lean Construction e BIM potencializa ganhos, pois a combinação de metodologias resulta em processos construtivos enxutos, monitorados em tempo real e alinhados com objetivos de desempenho previamente definidos (Brito; Balieiro, 2024).

A trajetória das tecnologias emergentes é marcada pela transição de um setor caracterizado por métodos artesanais para uma indústria que valoriza eficiência, rastreabilidade e inovação contínua,



características fundamentais para atender ao crescimento urbano com responsabilidade (Benachio; Freitas; Scheer, 2019).

A experiência acumulada por entidades de classe e centros de pesquisa tem demonstrado que o desenvolvimento de programas de capacitação alinhados a novas tecnologias reduz consideravelmente as falhas de execução e contribui para elevar o padrão de qualidade das edificações entregues (Correia; Soares; Klavdianos, 2024).

A disseminação de hubs e laboratórios de inovação tem se mostrado essencial para a criação de novas soluções, permitindo que técnicas avançadas sejam testadas em ambientes controlados antes de serem aplicadas em obras de grande porte, diminuindo riscos e custos associados a incertezas tecnológicas (Costa; Leite, 2014).

A literatura demonstra que, ao longo do tempo, a construção civil incorporou gradativamente práticas de gestão inspiradas na indústria manufatureira, refletindo na introdução de processos padronizados e métodos de produção que elevam a produtividade e minimizam variáveis imprevisíveis durante a execução (Brito; Balieiro, 2024).

Esse processo de evolução evidencia que a integração entre inovação técnica e capacitação profissional é indispensável para sustentar os avanços conquistados, criando uma base sólida para que o setor continue a se modernizar e a oferecer soluções alinhadas às exigências contemporâneas do mercado (Pereira et al., 2024).

## 2.2 APLICAÇÕES PRÁTICAS DAS TECNOLOGIAS EMERGENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

As aplicações práticas das tecnologias emergentes na construção civil brasileira têm demonstrado como a integração entre ferramentas digitais e sistemas industrializados resulta em canteiros de obras mais organizados, nos quais as etapas são planejadas e executadas com maior precisão e rastreabilidade, garantindo ganhos mensuráveis em qualidade e prazos de entrega (Benachio; Freitas; Scheer, 2019).

A implementação do Building Information Modeling nos escritórios de engenharia e arquitetura tem permitido que conflitos de projeto sejam identificados antes do início da obra, evitando desperdícios e reduzindo custos adicionais, além de criar modelos tridimensionais que facilitam a comunicação entre projetistas e executores (Brito; Balieiro, 2024).

Em canteiros de obras de grande porte, a utilização de drones para mapeamento aéreo e inspeção de áreas de difícil acesso tem oferecido relatórios visuais detalhados, permitindo que engenheiros identifiquem irregularidades e tomem decisões corretivas rapidamente, sem necessidade de interromper a produção em andamento (Cecílio et al., 2020).

O uso do drywall como sistema de vedação interna é uma aplicação concreta de inovação, pois proporciona flexibilidade arquitetônica, agilidade no processo construtivo e menor geração de resíduos



sólidos, ao mesmo tempo em que atende normas técnicas específicas de desempenho acústico e térmico exigidas por certificações de qualidade (Barros; Cardoso; Marcondes, 2009).

As tecnologias imersivas aplicadas na capacitação de trabalhadores possibilitam que equipes sejam treinadas em ambientes virtuais, simulando tarefas e protocolos de segurança, o que reduz acidentes e melhora a eficiência no canteiro quando as atividades reais são executadas após os treinamentos (Oliveira; Vasconcelos, 2024).

Plataformas colaborativas baseadas em BIM permitem que diferentes disciplinas envolvidas em um projeto compartilhem dados em tempo real, o que evita duplicidade de informações e assegura que todas as decisões tomadas estejam alinhadas às especificações do empreendimento (Brito; Balieiro, 2024).

A introdução de sensores inteligentes para monitoramento estrutural tem sido aplicada em pontes, edifícios e obras de infraestrutura, permitindo acompanhar deformações e tensões ao longo do tempo e possibilitando ações preventivas que prolongam a vida útil das estruturas (Pereira et al., 2024).

Programas de inovação aberta organizados por entidades como a Câmara Brasileira da Indústria da Construção têm estimulado a integração de startups e universidades ao setor, o que resulta no desenvolvimento de soluções customizadas como softwares de planejamento, equipamentos automatizados e novas técnicas de produção (Correia; Soares; Klavdianos, 2024).

Nos canteiros de obras, a aplicação de metodologias Lean Construction possibilita a organização de fluxos de trabalho mais eficientes, com redução de movimentos desnecessários, otimização de transportes internos e maior controle sobre o uso de insumos durante as etapas construtivas (Brito; Balieiro, 2024).

Sistemas de automação e robótica já começam a ser aplicados em serviços como concretagem, assentamento de blocos e inspeção de fachadas, oferecendo produtividade superior e maior uniformidade na execução, o que resulta em edificações com acabamentos mais precisos e reduzida necessidade de retrabalho (Cecílio et al., 2020).

A utilização de softwares de gestão integrados ao BIM permite o acompanhamento detalhado de cronogramas, orçamento e produtividade em tempo real, fornecendo aos gestores informações atualizadas para tomada de decisão rápida e baseada em evidências técnicas (Benachio; Freitas; Scheer, 2019).

Hubs de inovação espalhados pelo país têm viabilizado a criação de laboratórios experimentais em que novas técnicas de fabricação de componentes são testadas antes de sua introdução definitiva no mercado, garantindo que apenas soluções viáveis e seguras sejam adotadas no setor (Costa; Leite, 2014).



A aplicação de realidade aumentada para conferência de serviços executados permite sobrepor o projeto virtual à obra física, identificando eventuais desvios de alinhamento ou dimensionamento, o que gera correções imediatas e minimiza perdas materiais (Oliveira; Vasconcelos, 2024).

A escolha por materiais inteligentes como bioconcretos demonstra aplicação prática de pesquisa e desenvolvimento, pois esses materiais respondem a estímulos ambientais e realizam autosselamento de fissuras, aumentando a durabilidade das estruturas e reduzindo custos de manutenção ao longo do tempo (Pereira et al., 2024).

Essas experiências práticas comprovam que o setor da construção civil está incorporando tecnologias emergentes de forma progressiva, não apenas para atender a requisitos normativos, mas também para elevar a competitividade, reduzindo riscos e fortalecendo a sustentabilidade das edificações brasileiras (Cecílio et al., 2020).

### 2.3 MATERIAIS E SCANNERS UTILIZADOS NO FLUXO DIGITAL

Os avanços tecnológicos aplicados ao setor construtivo não se limitam apenas ao emprego de metodologias gerenciais, pois o desenvolvimento de materiais inovadores e a incorporação de scanners digitais de alta precisão têm transformado a maneira como as edificações são planejadas, executadas e monitoradas, sendo possível observar que materiais inteligentes como o bioconcreto reduzem significativamente o impacto ambiental e ampliam a vida útil das estruturas, enquanto os scanners tridimensionais permitem mapear com detalhamento cada fase da obra, garantindo que eventuais falhas sejam identificadas ainda em estágio inicial e proporcionando ao engenheiro um controle rigoroso da conformidade do projeto ao longo do processo construtivo (Pereira et al., 2024).

O uso de compósitos avançados vem ganhando espaço devido à sua capacidade de combinar resistência elevada e leveza, o que facilita o transporte e a aplicação desses elementos nos canteiros, sendo relevante observar que a aplicação desses materiais se dá tanto em obras novas quanto em processos de retrofit, reduzindo o consumo de recursos naturais e proporcionando adaptações estruturais mais rápidas e seguras, enquanto scanners laser são utilizados simultaneamente para registrar as condições prévias de uma edificação existente, criando um modelo digital fiel que orienta decisões técnicas com precisão antes de qualquer intervenção física (Barros; Cardoso; Marcondes, 2009).

Esses materiais de nova geração, como ligas metálicas especiais e soluções poliméricas, possuem características que elevam a eficiência energética e permitem maior integração com sistemas construtivos industrializados, e quando aliados a scanners de alta resolução é possível obter nuvens de pontos que registram milimetricamente superfícies e detalhes arquitetônicos, permitindo detectar desalinhamentos em tempo real e orientar ajustes imediatos, o que aumenta a confiabilidade dos dados e elimina retrabalhos onerosos, além de fortalecer a segurança no canteiro (Cecílio et al., 2020).





A acolhimento de scanners tridimensionais para inspeção de obras tem se mostrado um recurso de grande valor no controle tecnológico, pois, enquanto os profissionais avançam na execução das etapas, os equipamentos registram as condições reais do canteiro e comparam com o modelo digital previamente aprovado, dessa forma inconsistências são apontadas com rapidez e a equipe pode corrigir imediatamente antes que erros se propaguem, garantindo maior conformidade com normas técnicas e resultando em entregas dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pelos órgãos reguladores (Benachio; Freitas; Scheer, 2019).

O emprego de materiais com propriedades de autosselamento como o bioconcreto, que libera agentes de cura quando microfissuras surgem, oferece aos gestores a possibilidade de reduzir custos com manutenção e prolongar a durabilidade da estrutura, e ao integrar esses elementos a processos monitorados por scanners, cria-se um fluxo de informações que registra e comprova o desempenho real do material em campo, fornecendo dados robustos que podem ser utilizados em pesquisas futuras e em aprimoramentos de normas técnicas (Pereira et al., 2024).

Nos projetos de grande porte, os scanners laser são posicionados em pontos estratégicos para capturar a evolução da obra em intervalos regulares, resultando em um histórico visual e dimensional de todas as fases, e quando essas informações são cruzadas com as especificações dos materiais utilizados é possível correlacionar o comportamento físico com o desempenho previsto, criando relatórios de alta precisão que auxiliam gestores a tomar decisões assertivas para otimização de custos e melhoria da qualidade (Brito; Balieiro, 2024).

A aplicação de chapas de gesso acartonado no sistema drywall, além de proporcionar rapidez e flexibilidade na execução, se beneficia de scanners tridimensionais para mapeamento do alinhamento e posicionamento dos painéis, o que garante conformidade com projetos complexos e reduz a necessidade de ajustes posteriores, evidenciando a importância da integração entre materiais industrializados e tecnologias de captura digital para atingir padrões elevados de desempenho (Barros; Cardoso; Marcondes, 2009).

Esses scanners, ao serem combinados com softwares de modelagem, permitem a criação de gêmeos digitais que reproduzem fielmente a obra em andamento, oferecendo uma ferramenta poderosa para o acompanhamento do ciclo de vida da edificação, enquanto os materiais inovadores aplicados nesse processo contribuem para reduzir impactos ambientais, pois demandam menor extração de recursos naturais e apresentam desempenho superior frente a agentes climáticos, resultando em obras mais sustentáveis e alinhadas às exigências globais por eficiência energética (Cecílio et al., 2020).

As análises feitas com scanners tridimensionais não apenas registram medições, mas também possibilitam integrar dados de deformação, vibração e temperatura, o que, ao ser associado a materiais que respondem a estímulos ambientais, permite prever o comportamento estrutural em longo prazo e



planejar intervenções preventivas, garantindo maior segurança e reduzindo custos operacionais durante a vida útil da edificação (Oliveira; Vasconcelos, 2024).

Em laboratórios de inovação apoiados por hubs tecnológicos, esses materiais e scanners são testados em condições controladas antes de serem aplicados em obras reais, permitindo ajustes finos em seus desempenhos e criando um ambiente de experimentação que eleva a confiabilidade e a aceitação no mercado, pois empresas e pesquisadores conseguem demonstrar resultados concretos antes de investir em larga escala em novas soluções (Correia; Soares; Klavdianos, 2024).

O fluxo digital gerado pelos scanners favorece a gestão de informações em obras complexas, criando registros detalhados que são utilizados não apenas na execução, mas também em etapas de manutenção, reformas e ampliações futuras, enquanto materiais inovadores garantem que essas intervenções sejam realizadas com maior eficiência e menor impacto no ambiente construído, trazendo benefícios tangíveis para empreendedores e usuários finais (Benachio; Freitas; Scheer, 2019).

A precisão dimensional obtida por meio dos scanners laser permite reduzir tolerâncias construtivas e, conseqüentemente, melhorar o desempenho dos materiais aplicados, uma vez que a instalação de elementos estruturais e de acabamento é feita seguindo referências digitais confiáveis, o que contribui para minimizar falhas e gerar maior durabilidade nas edificações (Brito; Balieiro, 2024).

Materiais compostos por fibras de vidro e aditivos especiais são cada vez mais aplicados em sistemas construtivos leves, e quando monitorados por scanners durante a execução oferecem dados imediatos sobre a correta aplicação e a performance inicial, permitindo ajustes em tempo real e criando um ciclo de retroalimentação de informações que fortalece o processo de melhoria contínua na construção civil (Pereira et al., 2024).

A combinação entre scanners móveis e estações totais equipadas com inteligência embarcada tem ampliado a capacidade de mapear ambientes internos e externos de forma integrada, e quando esses dados são associados às propriedades de novos materiais aplicados nas obras é possível gerar análises comparativas que revelam comportamentos estruturais e padrões de desempenho ainda pouco explorados, incentivando pesquisas e inovações adicionais no setor (Cecílio et al., 2020).

Esses avanços revelam que a construção civil brasileira está entrando em uma nova era, em que o uso de materiais inteligentes e scanners digitais não é mais uma tendência isolada, mas um caminho consolidado que transforma a execução de obras em um processo mais seguro, sustentável e eficiente, construindo uma base sólida para o desenvolvimento contínuo de tecnologias que acompanharão as demandas do mercado e as exigências socioambientais das próximas décadas (Oliveira; Vasconcelos, 2024).



### 3 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido por meio de uma abordagem qualitativa estruturada sobre revisão bibliográfica, tendo como objetivo principal identificar, analisar e sistematizar as contribuições de tecnologias emergentes aplicadas na construção civil brasileira, sendo adotados procedimentos de busca e seleção de publicações que discutissem a integração entre materiais inovadores, sistemas de gestão digital e processos construtivos industrializados, utilizando como base artigos científicos disponíveis em plataformas nacionais e internacionais reconhecidas, alinhando a coleta às diretrizes metodológicas propostas por Gil para estudos exploratórios que buscam compreender fenômenos complexos em transformação constante (Gil, 2017).

O recorte temporal da pesquisa foi estabelecido entre os anos de 2015 e 2024, período no qual o setor apresentou avanços significativos na implementação de metodologias como Building Information Modeling, Lean Construction e uso de scanners tridimensionais, sendo observadas mudanças relevantes na forma de projetar, executar e monitorar obras, de modo que a análise concentrou-se em identificar padrões de aplicação e resultados obtidos com a adoção dessas práticas, considerando a produção científica disponível no Brasil e filtrando apenas materiais que apresentassem dados consistentes e referências técnicas robustas (Lakatos; Marconi, 2018).

A seleção dos artigos foi realizada a partir de descritores previamente definidos como tecnologias emergentes na construção civil, sistemas digitais, materiais inovadores e processos industrializados, sendo utilizados operadores booleanos nas buscas em bases como Scielo, Periódicos Capes e ResearchGate, o que permitiu ampliar o espectro de resultados e identificar textos que se relacionassem de forma direta com os objetivos propostos, excluindo trabalhos que não apresentassem aplicabilidade comprovada ou cujos dados não dialogassem com o contexto brasileiro contemporâneo.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da análise dos artigos evidenciam que a integração de tecnologias emergentes na construção civil brasileira tem produzido efeitos expressivos na eficiência dos processos, destacando-se que o uso de ferramentas como BIM aliado a metodologias Lean tem contribuído para redução de retrabalhos, otimização de cronogramas e racionalização de recursos, mostrando que a incorporação de processos digitais está diretamente ligada à competitividade das empresas e ao aumento da produtividade setorial (Brito; Balieiro, 2024).

Foi identificado que materiais inovadores como bioconcretos e compósitos avançados já estão sendo aplicados em projetos brasileiros, oferecendo maior durabilidade e resistência a intempéries, além de contribuírem para a diminuição de resíduos e de custos de manutenção, o que demonstra um avanço significativo na busca por soluções construtivas mais sustentáveis e alinhadas com os princípios da engenharia moderna (Pereira et al., 2024).



Os dados apontam que sistemas industrializados como o drywall vêm sendo cada vez mais aplicados em obras residenciais e comerciais, proporcionando montagem rápida, desempenho acústico satisfatório e menor impacto ambiental, fato que reforça a importância de materiais modulares e padronizados na composição de edificações de diferentes portes e complexidades (Barros; Cardoso; Marcondes, 2009).

A utilização de scanners tridimensionais no acompanhamento de obras mostrou-se eficiente para detectar desvios dimensionais e inconformidades durante a execução, permitindo correções imediatas e garantindo que o projeto siga rigorosamente as especificações técnicas definidas em fase de planejamento, gerando impacto positivo na qualidade final (Cecílio et al., 2020).

Os resultados revelam também que as tecnologias imersivas aplicadas em treinamentos têm reduzido índices de acidentes de trabalho, ao preparar as equipes para atividades de risco em ambiente controlado, proporcionando aprendizado seguro e aplicável às situações reais de canteiro, fortalecendo a cultura de segurança e qualidade (Oliveira; Vasconcelos, 2024).

Foi observado que os hubs de inovação e programas de inovação aberta desempenham um papel relevante na difusão de práticas tecnológicas, estimulando a criação de soluções customizadas para a realidade nacional e fomentando o desenvolvimento de produtos e processos alinhados às necessidades do mercado interno e às normas técnicas brasileiras (Correia; Soares; Klavdianos, 2024).

Os estudos revisados apontaram convergência entre os autores ao destacar que a combinação entre tecnologia digital e materiais inteligentes resulta em obras com maior controle de qualidade, permitindo que gestores monitorem continuamente variáveis como temperatura, deformação e consumo de recursos, criando um cenário mais previsível e seguro (Benachio; Freitas; Scheer, 2019).

A análise comparativa entre obras que utilizaram ferramentas digitais e aquelas que seguiram métodos tradicionais evidencia redução significativa de desperdícios e aumento de produtividade nas primeiras, confirmando que a aplicação prática de tecnologias emergentes proporciona vantagens competitivas e resultados mensuráveis em termos de custo-benefício (Brito; Balieiro, 2024).

Os resultados também mostram que a implementação de sistemas automatizados, como robôs aplicados em tarefas repetitivas, tem permitido maior padronização na execução e redução do tempo de execução de determinadas etapas, oferecendo alternativas viáveis para superar desafios de mão de obra e exigências de prazo (Cecílio et al., 2020).

Os dados demonstram ainda que a gestão integrada baseada em plataformas digitais permite criar gêmeos digitais de obras, simulando diferentes cenários e testando soluções antes de sua execução física, o que reduz riscos e garante maior assertividade nas decisões de projeto e execução, reforçando a importância da tecnologia na tomada de decisão (Benachio; Freitas; Scheer, 2019).

A discussão evidencia que os scanners laser, ao capturarem informações em alta resolução, permitem análises retroativas de qualidade, oferecendo subsídios para auditorias e certificações, o que



contribui para fortalecer a credibilidade das construtoras e atender exigências de clientes e órgãos reguladores (Cecílio et al., 2020).

Os dados colhidos demonstram que, ao integrar sensores e materiais inteligentes, torna-se possível planejar manutenções preventivas com maior eficiência, evitando custos elevados com reparos corretivos e prolongando a vida útil de componentes estruturais, o que se traduz em edificações mais duráveis e econômicas (Pereira et al., 2024).

Foi verificado que a aplicação de metodologias como Lean Construction melhoram o fluxo de trabalho nos canteiros, reduzindo atividades que não agregam valor ao produto final e aumentando a eficiência do uso de mão de obra e insumos, o que repercute diretamente na lucratividade e na competitividade das empresas que adotam essas práticas (Brito; Balieiro, 2024).

Os resultados apontam que o desenvolvimento de normas e diretrizes técnicas atualizadas é fundamental para acompanhar as inovações em materiais e processos, garantindo que as obras executadas estejam em conformidade com padrões de desempenho que evoluem constantemente com o avanço da tecnologia (Costa; Leite, 2014).

Sendo assim, a análise consolidada confirma que a construção civil brasileira vive um momento de transição para modelos mais tecnológicos e sustentáveis, sendo essencial que empresas e profissionais invistam continuamente em capacitação e adaptação às novas ferramentas, de modo a acompanhar as transformações do setor e atender às exigências de um mercado cada vez mais competitivo e exigente (Oliveira; Vasconcelos, 2024).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados ao longo do estudo permitem concluir que a construção civil brasileira está vivenciando um processo de transformação profunda impulsionado por tecnologias emergentes que estão redefinindo padrões de planejamento, execução e controle de obras, criando um ambiente cada vez mais orientado por dados e estratégias que visam a excelência técnica e a sustentabilidade em todas as etapas.

A presença de ferramentas digitais integradas aos processos construtivos revela que os profissionais do setor precisam desenvolver novas habilidades para operar sistemas complexos e interpretar informações detalhadas, o que exige programas contínuos de capacitação e o fortalecimento de uma cultura voltada à inovação e à busca constante por melhorias operacionais.

Os materiais inovadores identificados nos estudos demonstram que a preocupação com a durabilidade das edificações e com o impacto ambiental tem sido cada vez mais incorporada ao processo de tomada de decisão, mostrando que a seleção de insumos deixou de ser apenas uma questão de custo imediato e passou a considerar aspectos de desempenho a longo prazo.



A introdução de scanners e dispositivos de monitoramento em tempo real evidencia que a precisão na execução e a qualidade final do produto dependem de tecnologias capazes de oferecer informações confiáveis sobre cada fase da obra, permitindo intervenções rápidas e ajustando as atividades antes que eventuais desvios se tornem problemas maiores.

A análise comparativa entre métodos tradicionais e soluções tecnológicas confirma que a adoção de inovações promove maior eficiência e redução de desperdícios, fatores essenciais para um setor historicamente conhecido por ineficiências produtivas, consolidando o caminho para um mercado mais competitivo e sustentável.

A integração entre inovação técnica e gestão colaborativa promove um novo modelo de relacionamento entre empresas, fornecedores, universidades e órgãos reguladores, fortalecendo redes de conhecimento e acelerando a aplicação prática de soluções que antes demorariam anos para alcançar o canteiro de obras.

O estudo reforça que a implantação dessas tecnologias não é apenas uma tendência passageira, mas um caminho definitivo que redefine a forma de projetar, construir e manter edificações, impactando diretamente a rentabilidade dos negócios e a qualidade de vida dos usuários finais que se beneficiam de estruturas mais seguras e eficientes.

A aplicação de metodologias como Lean Construction e BIM evidenciam que a redução de custos e a melhoria da produtividade são resultados tangíveis e alcançáveis, criando um cenário em que empresas que investem em inovação se destacam em um mercado cada vez mais exigente e competitivo.

É possível afirmar que a construção civil brasileira, ao absorver essas tecnologias, está criando um ambiente que valoriza a transparência das informações e a qualidade das entregas, incentivando profissionais a se adaptarem e a desenvolverem uma visão mais estratégica e integrada do processo construtivo.

Dessa forma, conclui-se que o futuro do setor está diretamente ligado à capacidade de incorporar novas soluções tecnológicas e materiais inteligentes, o que permitirá que a indústria se consolide como referência de inovação e sustentabilidade, gerando obras com maior valor agregado e contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento econômico e social do país.



## REFERÊNCIAS

- BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura de; CARDOSO, Francisco Ferreira; MARCONDES, Fabia Cristina Segatto. Tecnologias emergentes para o setor de construção civil: segmento de edificações. Brasília: SENAI/DN, 2009. Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/d8/00/d8009731-b603-4ae3-8ffd-742939e41cd2/tecnologias\\_emergentes\\_para\\_a\\_construcao\\_civil.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d8/00/d8009731-b603-4ae3-8ffd-742939e41cd2/tecnologias_emergentes_para_a_construcao_civil.pdf).
- BENACHIO, Giane Luiza Frigo; FREITAS, Mariana Cavalcanti de; SCHEER, Sérgio. Tecnologias emergentes para o controle de qualidade da construção civil. Anais do II Simpósio Brasileiro de TIC na Construção – ANTAC, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/354705641\\_Tecnologias\\_emergentes\\_para\\_o\\_controle\\_de\\_qualidade\\_da\\_construcao\\_civil](https://www.researchgate.net/publication/354705641_Tecnologias_emergentes_para_o_controle_de_qualidade_da_construcao_civil).
- BRITO, Rafael Aparecido Marquini; BALIEIRO, Lucas Tarlau. Tecnologia emergentes em construção civil. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, São Paulo, v. 10, n. 12, p. 2821-2832, 2024. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/download/17441/9995/43087>.
- CECÍLIO, Ana Beatriz Garcia Amaral; FERNANDES, Matheus Luis; FERNANDES NETO, Marcolino; ORRÚ, Alice Perucchetti; CARVALHO, Rogério de Souza. Inovações tecnológicas na construção civil. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 10, p. 54-71, 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/inovacoes-tecnologicas>.
- CORREIA, Renato de Sousa; SOARES, Aloísio Sérgio Fontoura; KLAVDIANOS, Dionyzio Antonio Martins. Inovação aberta e em rede na construção civil: um catálogo de hubs, programas e ecossistemas de inovação no Brasil. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, 2024. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2024/03/construcao20304-1.pdf>.
- COSTA, Dayana Bastos; LEITE, Regina Maria Cunha. 2º Caderno de casos de inovação na construção civil. Salvador: UFBA; SINDUSCON-BA; SENAI-BA, 2014. Disponível em: [https://www.sinduscontap.com.br/arquivos/Cartilhas/caderno%20inovacoes%20\\_abril\\_2014%20web.pdf](https://www.sinduscontap.com.br/arquivos/Cartilhas/caderno%20inovacoes%20_abril_2014%20web.pdf).
- OLIVEIRA, Leonardo Augusto de; VASCONCELOS, Bianca M. Realidade virtual aplicada na capacitação profissional da construção civil. ETD – Educação Temática Digital, Campinas, v. 26, p. 1-17, 2024. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9423872.pdf>.
- PEREIRA, Solany Santos; COSTA, Alice Noronha da; DIAS, Matheus Francisco de Souza; ASSIS, Vitoria dos Santos; SANTOS, Raquel Gomes dos; DALL’OCA, Gabriel Shmayev; GOMES, Raissa; SERAFINI, Ramoel. Inovações na engenharia civil: uma análise das novas tendências em materiais de construção. Revista Caderno Pedagógico, Curitiba, v. 21, n. 12, p. 1-38, 2024. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/download/11169/6284/30144>.