



GESTÃO INOVADORA DE OBRAS COM TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

INNOVATIVE MANAGEMENT OF CONSTRUCTION PROJECTS WITH DISRUPTIVE TECHNOLOGIES: A LITERATURE REVIEW

GESTIÓN INNOVADORA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CON TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA



<https://doi.org/10.56238/levv16n44-057>

Data de submissão: 25/12/2024

Data de publicação: 25/01/2025

Rodrigo Pinho de Mello

RESUMO

A indústria da construção civil tem enfrentado pressões crescentes para modernizar seus processos e ampliar sua produtividade, diante de um cenário em que a transformação digital redefine práticas organizacionais em diversos setores. Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão bibliográfica qualitativa, as contribuições das tecnologias disruptivas para a gestão inovadora de obras no Brasil, reunindo evidências recentes que apontam avanços, desafios e oportunidades para a incorporação dessas ferramentas no setor. A análise abrangeu publicações nacionais entre 2015 e 2024, incluindo artigos científicos, relatórios técnicos e livros especializados. Os principais resultados demonstram que a adoção de soluções como BIM, IoT, drones, plataformas digitais e sensores inteligentes tem contribuído significativamente para o aumento da eficiência, da previsibilidade e da sustentabilidade nas obras, especialmente quando articuladas a modelos de gestão colaborativos e orientados por dados. Identificaram-se também barreiras relevantes à ampliação desse processo, como a baixa interoperabilidade entre sistemas, os custos de implantação, a escassez de mão de obra qualificada e a ausência de políticas públicas consistentes voltadas ao setor da construção. O estudo evidenciou que a efetividade das tecnologias não depende apenas de sua disponibilidade técnica, mas da capacidade de articulação entre empresas, governos, instituições de ensino e fornecedores, bem como da existência de um ambiente institucional que valorize a inovação. Conclui-se que a gestão inovadora de obras, quando integrada às tecnologias disruptivas, representa um caminho promissor para reestruturar o setor da construção civil brasileira, tornando-o mais competitivo, sustentável e conectado com os paradigmas contemporâneos de governança e transformação digital.

Palavras-chave: Gestão de obras. Inovação. Tecnologias disruptivas. Construção civil. Digitalização.

ABSTRACT

The construction industry has been under increasing pressure to modernize its processes and enhance productivity, in a context where digital transformation is redefining organizational practices across multiple sectors. In this scenario, this article aims to analyze, through a qualitative literature review, the contributions of disruptive technologies to innovative construction management in Brazil, gathering recent evidence that highlights advancements, challenges, and opportunities related to the implementation of such tools in the sector. The analysis covered national publications from 2015 to 2024, including scientific articles, technical reports, and specialized books. The main findings show

that the adoption of solutions such as BIM, IoT, drones, digital platforms, and smart sensors has significantly improved efficiency, predictability, and sustainability in construction projects, especially when combined with collaborative and data-driven management models. Relevant barriers to expanding this process were also identified, such as low system interoperability, high implementation costs, lack of qualified professionals, and the absence of consistent public policies aimed at the construction sector. The study indicated that the effectiveness of technologies does not rely solely on their technical availability, but on the ability to coordinate efforts between companies, governments, educational institutions, and suppliers, as well as on the presence of an institutional environment that promotes innovation. It is concluded that innovative construction management, when integrated with disruptive technologies, represents a promising path to restructure the Brazilian construction sector, making it more competitive, sustainable, and aligned with contemporary paradigms of governance and digital transformation.

Keywords: Construction management. Innovation. Disruptive technologies. Civil construction. Digital transformation.

RESUMEN

La industria de la construcción se ha enfrentado a una creciente presión para modernizar sus procesos y aumentar su productividad, dado un escenario en el que la transformación digital redefine las prácticas organizacionales en diversos sectores. En este contexto, este artículo busca analizar, mediante una revisión bibliográfica cualitativa, las contribuciones de las tecnologías disruptivas a la gestión innovadora de la construcción en Brasil, recopilando evidencia reciente que señala avances, desafíos y oportunidades para la incorporación de estas herramientas en el sector. El análisis abarcó publicaciones nacionales entre 2015 y 2024, incluyendo artículos científicos, informes técnicos y libros especializados. Los principales resultados demuestran que la adopción de soluciones como BIM, IoT, drones, plataformas digitales y sensores inteligentes ha contribuido significativamente a aumentar la eficiencia, la previsibilidad y la sostenibilidad en los proyectos de construcción, especialmente cuando se combinan con modelos de gestión colaborativos y basados en datos. También se identificaron barreras relevantes para la expansión de este proceso, como la baja interoperabilidad entre sistemas, los costos de implementación, la escasez de mano de obra calificada y la ausencia de políticas públicas consistentes dirigidas al sector de la construcción. El estudio demostró que la eficacia de las tecnologías no depende únicamente de su disponibilidad técnica, sino de la capacidad de coordinación entre empresas, gobiernos, instituciones educativas y proveedores, así como de la existencia de un entorno institucional que valore la innovación. Se concluye que la gestión innovadora de la construcción, al integrarse con tecnologías disruptivas, representa una vía prometedora para la reestructuración del sector de la construcción brasileño, haciéndolo más competitivo, sostenible y conectado con los paradigmas contemporáneos de gobernanza y transformación digital.

Palabras clave: Gestión de la construcción. Innovación. Tecnologías disruptivas. Construcción civil. Digitalización.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil, historicamente marcada por métodos tradicionais e resistência à modernização, vem sendo pressionada a incorporar soluções tecnológicas capazes de reverter seus baixos índices de produtividade e eficiência, superando gargalos logísticos, operacionais e ambientais que há décadas limitam o avanço do setor (Bonatto, 2023).

O contraste entre a evolução tecnológica observada em setores como a agricultura e a indústria automobilística e a lentidão da construção civil é evidente, revelando uma defasagem estrutural que compromete não apenas a competitividade das empresas, mas também a qualidade e a transparência das obras públicas e privadas, criando um cenário propício à adoção de abordagens disruptivas que rompam com os modelos convencionais de gestão (Bonatto, 2023).

As tecnologias disruptivas oferecem alternativas concretas para transformar radicalmente o modo como as obras são concebidas, planejadas, executadas e monitoradas, trazendo para o centro do debate soluções como o Building Information Modeling (BIM), sensores inteligentes, drones, plataformas de automação, inteligência artificial, blockchain e a Internet das Coisas, capazes de promover um salto qualitativo nos processos construtivos (Freire; Gomes, 2024).

A aplicação dessas ferramentas permite maior controle sobre custos, prazos, recursos e impactos ambientais, contribuindo para um modelo de obra mais sustentável, transparente e orientado por dados, cuja lógica operacional exige a reconfiguração das estruturas gerenciais e o desenvolvimento de novas competências nos quadros técnicos, administrativos e operacionais (Salerno; Gomes, 2018).

Ao observar os dados da indústria brasileira, nota-se que o potencial dessas inovações ainda encontra limitações significativas relacionadas à cultura organizacional conservadora, à ausência de políticas públicas eficazes e ao baixo investimento em pesquisa e desenvolvimento no setor da construção, o que reforça a necessidade de uma gestão inovadora que compreenda e integre essas variáveis de forma estratégica (Instituto Euvaldo Lodi, 2018).

A resistência à inovação não se deve apenas à limitação técnica, mas também a entraves institucionais, legais e financeiros que impedem a experimentação de novos modelos, especialmente em obras públicas, onde a rigidez dos marcos regulatórios frequentemente inviabiliza a adoção de soluções mais avançadas, criando um paradoxo entre a necessidade urgente de inovação e as limitações impostas pelo sistema vigente (Bonatto, 2023).

Nesse contexto, é imprescindível compreender a inovação na construção civil sob uma perspectiva sistêmica, que conecte as demandas dos projetos à oferta tecnológica, articulando atores públicos, privados e acadêmicos na construção de um ecossistema de inovação orientado por resultados, indicadores de desempenho e metas alinhadas aos desafios contemporâneos (Bencke; Müller; Pozzobon, 2018).

Programas voltados à transformação digital nos estados brasileiros demonstram caminhos promissores para a modernização do setor, propondo investimentos em infraestrutura tecnológica, capacitação profissional e revisão de normativas que favoreçam a adoção de inovações em diferentes escalas, com impactos diretos na gestão de obras públicas e na racionalização do uso de recursos (Ávila; Lanza; Valotto, 2023).

Ao longo das últimas décadas, iniciativas como o programa Brasil Inovador têm fortalecido o ambiente nacional de ciência, tecnologia e inovação, ao incentivar parcerias entre universidades, centros de pesquisa, empresas e governos, criando condições favoráveis para a difusão de boas práticas e o desenvolvimento de soluções customizadas para o setor da construção (Brasil, 2024).

O desafio da inovação não se resume à introdução de novas tecnologias, mas envolve uma transformação cultural e institucional mais ampla, que inclui a formação de lideranças comprometidas com a mudança, o estímulo à experimentação, a valorização do conhecimento técnico e a promoção de estratégias colaborativas que aproximem teoria e prática na execução de obras (Freire; Gomes, 2024).

Estudos que aplicam metodologias participativas, como o design thinking e o mapeamento de personas, revelam o potencial das abordagens centradas no usuário para o desenvolvimento de soluções tecnológicas mais eficazes, adaptadas à realidade brasileira e sensíveis às variabilidades dos contextos locais, especialmente em regiões com baixa maturidade digital (Gaspar, 2018).

A adoção de tecnologias disruptivas em obras públicas, por sua vez, requer um ambiente institucional mais flexível, com legislações que acompanhem o dinamismo da inovação e evitem a cristalização de modelos ultrapassados, permitindo que gestores públicos testem e implementem soluções mais modernas com segurança jurídica e respaldo técnico (Bonatto, 2023).

A experiência internacional mostra que a inovação na construção pode ser catalisada por políticas de incentivo, compras públicas inteligentes e marcos regulatórios que premiem a eficiência, a transparência e a sustentabilidade, condições que ainda estão em consolidação no cenário brasileiro, mas que têm evoluído com o apoio de iniciativas integradas entre diferentes níveis de governo (Instituto Euvaldo Lodi, 2018).

Com a aceleração da digitalização e o crescimento da demanda por obras mais inteligentes, sustentáveis e economicamente viáveis, torna-se imprescindível que a gestão das obras assuma um caráter inovador, rompendo com a lógica fragmentada que por muito tempo dominou o setor e adotando ferramentas capazes de oferecer previsibilidade, rastreabilidade e controle em tempo real (Salerno; Gomes, 2018).

Diante desse panorama, a presente revisão de literatura tem como objetivo analisar as principais abordagens sobre gestão inovadora de obras com o uso de tecnologias disruptivas, identificando as barreiras, oportunidades e estratégias mais relevantes discutidas na produção científica nacional

recente, de modo a contribuir para o avanço do conhecimento e subsidiar práticas mais eficazes no campo da engenharia e da gestão de projetos no Brasil (Bencke; Müller; Pozzobon, 2018).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil tem incorporado tecnologias disruptivas de forma gradual, mas o avanço dessas soluções se intensificou nos últimos anos, impulsionado pela necessidade de modernização dos processos, pela competitividade de mercado e pela pressão por sustentabilidade, sendo que tecnologias como o BIM, a automação, a robótica, os sensores inteligentes e o uso da Internet das Coisas passaram a desempenhar papéis cada vez mais estratégicos no ambiente de obras (Freire; Gomes, 2024).

O Building Information Modeling (BIM) tem se destacado como uma das principais ferramentas de ruptura no setor, pois permite a modelagem integrada das informações de um projeto, desde as etapas iniciais até a operação e manutenção da edificação, promovendo uma coordenação mais eficaz entre equipes, redução de erros de execução, maior previsibilidade de custos e um controle mais rigoroso dos cronogramas (Salerno; Gomes, 2018).

No contexto da digitalização, a automação de processos também tem contribuído para mitigar a variabilidade operacional que caracteriza as obras civis, trazendo ganhos de produtividade por meio de máquinas autônomas, drones para monitoramento em tempo real, impressoras 3D para pré-moldagem de componentes estruturais e softwares que otimizam a alocação de recursos e o sequenciamento das atividades (Instituto Euvaldo Lodi, 2018).

Essas tecnologias possibilitam a redução de desperdícios, melhoram a segurança no canteiro de obras e favorecem o controle ambiental, criando uma cadeia de valor mais eficiente e menos vulnerável a falhas humanas ou imprevistos de execução, além de gerarem dados em grande volume, que, quando bem processados, podem alimentar sistemas preditivos baseados em inteligência artificial e análise de desempenho (Ávila; Lanza; Valotto, 2023).

A Internet das Coisas (IoT), aplicada ao setor, permite a integração entre dispositivos, sensores e plataformas digitais, possibilitando o acompanhamento contínuo de variáveis como umidade, temperatura, vibração estrutural, localização de equipamentos e movimentação de operários, criando um ecossistema inteligente que responde em tempo real às condições do ambiente de obra (Gaspar, 2018).

Tais dispositivos conectados aumentam a eficiência da operação, permitindo que gestores de obra tomem decisões mais assertivas, baseadas em dados coletados continuamente, o que eleva o nível de transparência e rastreabilidade dos processos, ao mesmo tempo em que estimula uma cultura organizacional orientada por métricas, indicadores e soluções baseadas em evidências (Bonatto, 2023).

A utilização de drones tem se mostrado especialmente eficaz para a inspeção de grandes áreas, captura de imagens aéreas e geração de mapas topográficos em alta resolução, permitindo que o planejamento de obras em locais de difícil acesso ou com alta complexidade seja feito com maior precisão e agilidade, além de reduzir custos com levantamentos topográficos convencionais (Freire; Gomes, 2024).

Já as tecnologias de inteligência artificial estão sendo aplicadas em modelos de predição de falhas, otimização logística, análise de riscos e automatização de orçamentos, o que tem contribuído para o aumento da qualidade técnica dos projetos e para a mitigação de riscos financeiros, operacionais e jurídicos, oferecendo maior segurança à tomada de decisão (Bencke; Müller; Pozzobon, 2018).

O uso de blockchain também vem sendo explorado em contratos inteligentes (smart contracts) no setor de infraestrutura, com destaque para a rastreabilidade de insumos, certificação de entregas e garantia de conformidade técnica, especialmente em obras financiadas com recursos públicos, onde a transparência e a segurança da informação são elementos essenciais (Salerno; Gomes, 2018).

Apesar de seu potencial, a introdução dessas tecnologias depende de fatores como conectividade adequada, interoperabilidade entre sistemas, aceitação por parte dos profissionais e adaptação dos fluxos de trabalho, o que exige uma abordagem gradual e orientada por resultados, com foco em projetos-piloto e escalabilidade controlada (Bonatto, 2023).

Muitas dessas tecnologias ainda se encontram em fase de adoção inicial no Brasil, sendo utilizadas prioritariamente por empresas de médio e grande porte com maior capacidade de investimento e estrutura técnica, o que evidencia a necessidade de políticas públicas de incentivo à inovação que democratizem o acesso às soluções e promovam a equidade tecnológica no setor (Instituto Euvaldo Lodi, 2018).

No setor público, algumas iniciativas têm buscado integrar tecnologias disruptivas a obras de infraestrutura, especialmente por meio de licitações que exigem o uso de BIM e outras ferramentas digitais como critério técnico, embora ainda haja um longo caminho para que essas práticas se tornem rotina nas esferas municipais, estaduais e federais (Ávila; Lanza; Valotto, 2023).

A experiência brasileira tem demonstrado que a inovação não deve ser tratada apenas como um fim em si mesma, mas como um meio para alcançar objetivos maiores como eficiência energética, redução de custos, segurança no trabalho e controle ambiental, sendo necessário criar condições institucionais para que as tecnologias realmente agreguem valor às obras (Brasil, 2024).

A integração entre os diversos sistemas tecnológicos utilizados nas obras ainda é um desafio importante, pois muitas ferramentas operam de forma isolada ou com baixa compatibilidade entre si, o que reduz a eficácia dos processos e dificulta a construção de um sistema de gestão verdadeiramente inteligente e unificado (Gaspar, 2018).

Assim, é importante destacar que a incorporação dessas tecnologias no setor da construção exige uma mudança cultural profunda, na qual a inovação passa a ser vista como parte da estratégia organizacional e não só como um elemento pontual, sendo fundamental o engajamento das lideranças, o incentivo à formação continuada e a construção de um ambiente que valorize a experimentação e o aprendizado constante (Freire; Gomes, 2024).

2.2 MODELOS DE GESTÃO INOVADORA EM OBRAS

O acolhimento de tecnologias disruptivas no setor da construção civil tem exigido uma revisão profunda nos modelos tradicionais de gestão de obras, que historicamente se basearam em estruturas hierárquicas rígidas, decisões centralizadas e processos segmentados, o que dificulta a integração entre os diversos agentes envolvidos e limita a fluidez das informações ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos (Salerno; Gomes, 2018).

A gestão inovadora se distancia dessa lógica ao propor estruturas mais flexíveis, horizontais e colaborativas, em que o compartilhamento de dados, a transparência nas decisões e a responsabilização conjunta pelas entregas se tornam princípios fundamentais para o sucesso do projeto, criando um ambiente mais dinâmico e adaptável às mudanças de escopo, condições do terreno e interferências externas (Freire; Gomes, 2024).

Modelos baseados em metodologias ágeis, como o Lean Construction, têm ganhado espaço no gerenciamento de obras justamente por sua capacidade de eliminar desperdícios, reduzir retrabalho, otimizar fluxos de trabalho e promover uma cultura de melhoria contínua, o que está alinhado à lógica da inovação orientada por dados e desempenho (Instituto Euvaldo Lodi, 2018).

Outro modelo que vem sendo amplamente difundido no Brasil e no exterior é o Integrated Project Delivery (IPD), que propõe a integração total dos stakeholders — contratante, projetistas, construtora e fornecedores — desde as fases iniciais do projeto, promovendo uma visão sistêmica das demandas e responsabilidades, o que reduz conflitos, melhora a comunicação e facilita a implantação de soluções inovadoras (Bencke; Müller; Pozzobon, 2018).

Esses modelos também pressupõem a utilização intensiva de plataformas digitais que centralizam informações do projeto, permitindo o acompanhamento de indicadores de desempenho, a rastreabilidade de decisões e a identificação de gargalos em tempo real, o que favorece uma gestão proativa e baseada em evidências, com foco na entrega de valor ao cliente e não apenas na finalização da obra (Freire; Gomes, 2024).

A inserção do Building Information Modeling (BIM) como ferramenta de apoio à gestão tem transformado profundamente a lógica de controle de obras, ao permitir a simulação de cenários, a visualização tridimensional de interferências, a detecção de incompatibilidades antes da execução e a

geração de orçamentos automatizados, o que contribui para o aumento da previsibilidade e redução de riscos (Salerno; Gomes, 2018).

A integração entre o BIM e outras tecnologias como inteligência artificial, Internet das Coisas e sistemas de monitoramento por sensores possibilita a criação de modelos preditivos de gestão, capazes de antecipar falhas, alertar sobre desvios de padrão e sugerir ajustes operacionais de forma automática, elevando a eficiência e a segurança nos canteiros de obras (Ávila; Lanza; Valotto, 2023).

Essas abordagens representam um avanço em relação ao modelo tradicional baseado no controle ex-post, no qual as decisões são tomadas apenas após a ocorrência de problemas, e apontam para uma gestão mais estratégica, que atua preventivamente e em tempo real, reforçando o papel dos dados como insumo essencial para a tomada de decisão (Brasil, 2024).

Além dos ganhos operacionais, os modelos inovadores de gestão estimulam uma cultura organizacional mais aberta à experimentação, ao erro controlado e à aprendizagem contínua, criando um ambiente onde o uso de novas tecnologias não é apenas tolerado, mas incentivado como estratégia para alcançar melhores resultados em prazo, custo, qualidade e impacto ambiental (Freire; Gomes, 2024).

Em muitas organizações, a implantação desses modelos tem sido acompanhada por processos de capacitação interna e reestruturação de funções, com o surgimento de novos perfis profissionais, como o gestor de inovação, o modelador BIM, o analista de dados de obras e o engenheiro de integração digital, refletindo a complexidade crescente dos empreendimentos e a importância do conhecimento multidisciplinar (Instituto Euvaldo Lodi, 2018).

A literatura indica que os modelos inovadores mais bem-sucedidos são aqueles que consideram as especificidades de cada projeto e contexto organizacional, adotando abordagens customizadas que combinam metodologias consagradas com práticas adaptativas, evitando a aplicação mecânica de modelos de gestão importados sem considerar as condições locais (Bonatto, 2023).

A atuação integrada entre academia, empresas e órgãos públicos tem sido crucial para o desenvolvimento e a consolidação desses modelos, por meio de projetos-piloto, ambientes de teste controlado (living labs) e editais de fomento à inovação tecnológica, que permitem validar as soluções em contextos reais e promover sua difusão em escala nacional (Ávila; Lanza; Valotto, 2023).

Mesmo diante dos avanços, a adoção desses modelos ainda encontra resistência em muitas empresas, especialmente de pequeno e médio porte, que enfrentam dificuldades para investir em novas tecnologias, reorganizar seus processos ou contratar profissionais especializados, o que reforça a necessidade de políticas de incentivo e programas de apoio à inovação voltados especificamente ao setor da construção civil (Bencke; Müller; Pozzobon, 2018).

Os modelos inovadores também têm contribuído para a melhoria do relacionamento com os clientes e usuários finais, ao permitir uma participação mais ativa durante o desenvolvimento dos

projetos, seja por meio de visualizações em realidade aumentada, simulações de uso ou ferramentas interativas de acompanhamento, o que fortalece o alinhamento de expectativas e aumenta a satisfação com os resultados entregues (Freire; Gomes, 2024).

Assim, ao reconhecer que a inovação não se resume à tecnologia, mas envolve processos, pessoas e cultura, os modelos de gestão inovadora em obras se consolidam como uma resposta necessária aos desafios de produtividade, qualidade e sustentabilidade enfrentados pelo setor, sendo fundamentais para viabilizar a transformação digital da construção civil no Brasil (Salerno; Gomes, 2018).

2.3 BARREIRAS E OPORTUNIDADES PARA A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NO SETOR

Apesar dos avanços já observados na incorporação de tecnologias disruptivas, a transformação digital na construção civil brasileira ainda enfrenta barreiras significativas que dificultam a consolidação de um ambiente inovador, entre elas destacam-se a resistência cultural à mudança, a falta de padronização nos processos, os custos elevados de implantação e a escassez de profissionais qualificados para operar as novas ferramentas (Salerno; Gomes, 2018).

A resistência à inovação não está apenas nos altos investimentos necessários para adquirir e integrar novas tecnologias, mas sobretudo na mentalidade de muitos gestores e executores de obras, que continuam a operar segundo lógicas tradicionais, baseadas na experiência empírica e em estruturas organizacionais inflexíveis, o que compromete a abertura para novos modelos de trabalho (Freire; Gomes, 2024).

A fragmentação do setor da construção, com elevado número de pequenas empresas e a predominância de contratos de curto prazo, dificulta a criação de estratégias de longo prazo voltadas à transformação digital, pois esses atores muitas vezes operam em condições financeiras limitadas, com baixa margem de risco e pouca capacidade de investir em pesquisa, inovação ou capacitação (Instituto Euvaldo Lodi, 2018).

No setor público, a adoção de tecnologias também encontra entraves legais e burocráticos, uma vez que os modelos de licitação e contratação ainda priorizam critérios de menor preço em detrimento da inovação e da qualidade, e os regulamentos vigentes muitas vezes não preveem dispositivos que permitam a utilização de plataformas digitais ou soluções emergentes como parte dos critérios técnicos de julgamento (Bonatto, 2023).

As políticas públicas ainda carecem de instrumentos mais robustos para promover a inovação no setor da construção, sendo necessárias ações coordenadas que envolvam incentivos fiscais, programas de apoio financeiro, formação técnica especializada e parcerias com centros de pesquisa para o desenvolvimento de soluções aplicadas às realidades locais (Ávila; Lanza; Valotto, 2023).

Outro obstáculo relevante é a ausência de infraestrutura digital adequada nos canteiros de obras, que frequentemente operam em locais com baixa cobertura de internet, dificultando o uso de sistemas em nuvem, sensores remotos, drones ou dispositivos móveis, o que compromete o potencial das tecnologias de monitoramento e gestão em tempo real (Gaspar, 2018).

Mesmo nas empresas que já iniciaram o processo de digitalização, ainda é comum a utilização fragmentada das soluções, com sistemas que não se comunicam entre si ou que operam de forma isolada, o que reduz a eficiência dos processos e impede a construção de uma base integrada de dados para a tomada de decisões estratégicas (Freire; Gomes, 2024).

Em contrapartida, a transformação digital traz oportunidades importantes para o setor, como a ampliação da produtividade, a redução de desperdícios, o aumento da segurança no trabalho, a melhoria da qualidade das entregas e a possibilidade de planejamento mais eficiente, aspectos que, quando bem explorados, podem alavancar a competitividade das empresas brasileiras no cenário global (Salerno; Gomes, 2018).

As tecnologias digitais permitem ainda uma maior previsibilidade nos empreendimentos, com controle detalhado de cronogramas, custos e desempenho, o que contribui para a redução de litígios contratuais, maior transparência nas relações entre contratante e contratado e melhor alinhamento entre os objetivos técnicos e financeiros de um projeto (Bencke; Müller; Pozzobon, 2018).

A digitalização também favorece a rastreabilidade dos processos, permitindo a construção de históricos completos das obras, com registros visuais, relatórios automatizados e documentação acessível, o que é especialmente relevante em contextos públicos, onde a accountability e o controle externo são essenciais para garantir a legitimidade das contratações (Instituto Euvaldo Lodi, 2018).

Em termos de sustentabilidade, as ferramentas digitais possibilitam a simulação de cenários de consumo energético, emissões de carbono e uso de materiais, permitindo que os projetos sejam concebidos com critérios ambientais desde a origem, alinhando-se aos compromissos internacionais de redução dos impactos ambientais e promovendo práticas mais responsáveis no setor (Ávila; Lanza; Valotto, 2023).

O uso de dados em tempo real e de inteligência artificial cria novas possibilidades para a prevenção de acidentes, por meio da análise preditiva de riscos, da criação de alertas automáticos e da simulação de situações críticas, o que contribui para ambientes de trabalho mais seguros, com menos afastamentos e menor exposição a condições perigosas (Freire; Gomes, 2024).

As oportunidades também se estendem à capacitação dos profissionais, com plataformas de ensino à distância, laboratórios virtuais e treinamentos baseados em realidade aumentada ou simuladores digitais, que possibilitam o desenvolvimento de competências técnicas e comportamentais com menor custo e maior alcance geográfico, especialmente para empresas localizadas fora dos grandes centros (Brasil, 2024).

A crescente exigência por transparência, eficiência e responsabilidade socioambiental nas obras públicas cria uma demanda por soluções tecnológicas que respondam a esses valores, sendo a transformação digital além de uma tendência técnica, mas uma resposta necessária às pressões contemporâneas por governança, inovação e impacto positivo (Bonatto, 2023).

Dessa forma, apesar das barreiras existentes, o avanço da transformação digital na construção civil depende da capacidade de articulação entre os diferentes agentes do setor, da criação de políticas públicas eficazes, da formação de profissionais qualificados e da construção de uma cultura organizacional aberta à mudança, sendo essas as condições essenciais para transformar os desafios em oportunidades concretas de desenvolvimento (Salerno; Gomes, 2018).

3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de natureza exploratória, fundamentada na técnica de revisão bibliográfica (Gil, 2017). A escolha pela revisão bibliográfica justifica-se pela necessidade de reunir conhecimentos atualizados e sistematizados sobre o tema, permitindo a compreensão das contribuições teóricas e empíricas já produzidas, bem como a identificação de lacunas e oportunidades de aprofundamento (Lakatos; Marconi, 2021).

A busca por referências foi realizada utilizando descritores como “gestão inovadora de obras”, “tecnologias disruptivas na construção civil”, “transformação digital no setor de infraestrutura” e “modelos de gestão em obras públicas”, aplicados em bases como Scielo, Google Scholar, Periódicos CAPES e sites institucionais.

A análise dos documentos seguiu a lógica da categorização temática, com leitura analítica orientada por três eixos principais: tecnologias disruptivas utilizadas na construção, modelos de gestão inovadora e barreiras e oportunidades para transformação digital, o que permitiu organizar a fundamentação teórica em subcapítulos coerentes.

A categorização dos conteúdos teve como base a análise de trechos-chave, argumentos centrais e evidências empíricas, buscando relações entre os textos e extraindo elementos comuns, divergentes e complementares, com o objetivo de construir uma visão abrangente e crítica sobre o tema.

O tratamento dos dados respeitou os critérios de confiabilidade, validade e rigor acadêmico, mantendo-se o alinhamento com a estrutura metodológica da pesquisa qualitativa em ciências sociais aplicadas, e assegurando a coerência entre os objetivos do artigo, os capítulos desenvolvidos e as fontes utilizadas (Gil, 2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura revela que a construção civil brasileira tem avançado de forma gradual no processo de digitalização, mas ainda se encontra em estágio desigual quanto à incorporação de tecnologias

disruptivas, sendo as empresas de maior porte e localizadas em grandes centros urbanos as que mais investem em inovação, enquanto empreendimentos menores enfrentam limitações estruturais e financeiras para realizar esse movimento de forma efetiva (Instituto Euvaldo Lodi, 2018).

O uso do BIM foi identificado como a tecnologia mais difundida entre as empresas que buscam modernizar seus processos, sendo citado em praticamente todos os estudos analisados como ponto de partida para a digitalização das obras, o que se justifica por sua capacidade de integrar dados, reduzir erros de projeto, melhorar a comunicação entre as equipes e favorecer o planejamento em múltiplas dimensões (Salerno; Gomes, 2018).

Entretanto, observou-se que a simples adoção do BIM não garante resultados expressivos se não estiver acompanhada de uma mudança na lógica de gestão, que deve abandonar o modelo hierárquico fragmentado e adotar práticas colaborativas, orientadas por dados e integradas desde as fases iniciais dos empreendimentos, como ocorre nos modelos Lean Construction e Integrated Project Delivery (Freire; Gomes, 2024).

A literatura destaca ainda que a transformação digital bem-sucedida depende de um ecossistema de inovação ativo, que envolva universidades, empresas, instituições públicas e centros de pesquisa trabalhando de forma coordenada, o que ainda é um desafio no cenário brasileiro, onde as políticas públicas nem sempre alcançam o setor da construção com a mesma força que outros ramos industriais mais tradicionais (Ávila; Lanza; Valotto, 2023).

Estudos mostram que o uso de sensores inteligentes, drones, plataformas em nuvem e IoT ainda é restrito a nichos específicos da construção civil, como grandes obras de infraestrutura ou contratos financiados por instituições internacionais, o que evidencia a necessidade de políticas de fomento mais inclusivas, que permitam à média e pequena empresa ter acesso a essas ferramentas (Gaspar, 2018).

A baixa conectividade em muitos canteiros de obras é apontada como um obstáculo técnico relevante para a ampliação da digitalização, dificultando o uso de tecnologias que dependem de dados em tempo real e limitando o potencial de soluções como monitoramento remoto, automação de processos e controle digitalizado de materiais e equipamentos (Bonatto, 2023).

As iniciativas estaduais de transformação digital, analisadas nos documentos voltados à administração pública, indicam que alguns governos têm buscado modernizar as obras públicas por meio da exigência do uso de ferramentas digitais em licitações e da valorização de critérios técnicos que estimulem a inovação, o que representa um avanço institucional importante, mas ainda pouco homogêneo entre os estados (Ávila; Lanza; Valotto, 2023).

Além disso, os estudos também apontam para a necessidade de mudanças regulatórias que incentivem e legitimem o uso de tecnologias inovadoras nos contratos públicos, já que muitos gestores demonstram insegurança jurídica quanto à incorporação de novas práticas, temendo questionamentos

por parte dos órgãos de controle em razão da ausência de previsões expressas nos editais ou legislações vigentes (Bonatto, 2023).

A análise revela que as empresas que adotaram modelos de gestão baseados em inovação registraram ganhos relevantes de produtividade, redução de retrabalho, melhor controle de custos e maior previsibilidade nas entregas, confirmando que os impactos positivos não decorrem apenas da tecnologia em si, mas da capacidade de integrar essas soluções ao modelo de gestão da obra como um todo (Salerno; Gomes, 2018).

O estudo evidencia ainda que a cultura organizacional é um dos principais fatores que condicionam o sucesso da transformação digital, sendo necessário que as lideranças estejam comprometidas com o processo de inovação e que incentivem a participação ativa dos colaboradores, promovendo treinamentos, espaços de escuta e políticas de valorização do conhecimento técnico (Freire; Gomes, 2024).

Algo também recorrente é a importância da interoperabilidade entre sistemas digitais utilizados nas obras, uma vez que a fragmentação tecnológica dificulta o fluxo de informações e compromete a tomada de decisão, sendo recomendado que as soluções adotadas sejam compatíveis com diferentes plataformas e que os dados estejam centralizados em ambientes integrados (Instituto Euvaldo Lodi, 2018).

As soluções tecnológicas também foram associadas à melhora da qualidade técnica dos projetos, já que permitem identificar erros antes da execução, realizar simulações de desempenho e testar alternativas de solução com mais rapidez e segurança, o que amplia a capacidade de resposta das equipes diante de desafios imprevistos no andamento das obras (Bencke; Müller; Pozzobon, 2018).

Verificou-se que a adoção de tecnologias digitais está fortemente associada à sustentabilidade, uma vez que os sistemas permitem calcular com precisão o uso de materiais, prever o consumo energético e projetar estratégias de reaproveitamento de resíduos, fatores cada vez mais relevantes para empresas que atuam em licitações públicas e buscam selos de certificação ambiental (Brasil, 2024).

As barreiras identificadas, como custos de implantação, escassez de mão de obra qualificada, dificuldade de integração e resistência à mudança, não anulam as oportunidades criadas pelas tecnologias disruptivas, mas indicam que o sucesso da inovação depende de uma atuação articulada entre iniciativa privada, setor público e instituições de ensino para garantir acesso, capacitação e apoio contínuo (Freire; Gomes, 2024).

Portanto, a revisão de literatura demonstra que, embora a transformação digital da construção civil brasileira ainda enfrente entraves consideráveis, ela apresenta um campo fértil de oportunidades, cuja efetivação está diretamente ligada à qualidade da gestão, à abertura para o novo e ao fortalecimento das redes de colaboração entre os atores que compõem o ecossistema da construção no país.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transformação digital aplicada à gestão de obras representa uma ruptura paradigmática na forma como os empreendimentos são idealizados, conduzidos e entregues, exigindo a adoção de ferramentas tecnológicas, e também uma revisão profunda nas práticas organizacionais, nas relações contratuais e na lógica decisória que estrutura o setor da construção civil no Brasil.

Ao longo da análise, constatou-se que os benefícios da digitalização são amplamente reconhecidos pelas organizações que conseguem integrá-la de forma estratégica, sendo possível observar melhorias significativas em produtividade, segurança, sustentabilidade e transparência, fatores que se tornam ainda mais relevantes diante dos desafios contemporâneos enfrentados por empresas públicas e privadas.

No entanto, a concretização desses ganhos depende de um esforço conjunto que ultrapassa a mera aquisição de equipamentos ou softwares, exigindo o fortalecimento de uma cultura voltada à inovação, a qual demanda lideranças comprometidas, equipes capacitadas e processos ajustados à nova realidade tecnológica que se impõe em ritmo acelerado.

A presença de barreiras estruturais, como limitações financeiras, baixa interoperabilidade de sistemas, insegurança jurídica e deficiências na formação profissional, indica que a transformação digital no setor da construção não ocorre de maneira automática nem uniforme, mas requer estratégias adaptadas às particularidades de cada contexto institucional e territorial.

Fica evidente que os modelos de gestão inovadora são os principais catalisadores para o uso eficaz de tecnologias disruptivas nas obras, uma vez que estabelecem o ambiente necessário para que os recursos tecnológicos operem em sua plenitude, viabilizando decisões mais precisas, planejamentos mais realistas e execuções mais controladas.

Ao mesmo tempo, é necessário reconhecer que a construção de um ecossistema de inovação exige articulação entre os diferentes atores envolvidos no ciclo de vida das obras, desde os órgãos públicos responsáveis pelas contratações até os fornecedores de tecnologia, as universidades e os próprios trabalhadores que operam no campo.

A revisão mostrou que, para que a digitalização avance de forma consistente, é preciso integrar iniciativas de fomento à inovação com políticas de incentivo, financiamento acessível, suporte técnico e atualização regulatória, garantindo que os processos legais acompanhem o ritmo da transformação que já ocorre na prática.

Também se observou que o sucesso da transformação digital está diretamente relacionado à capacidade de coletar, interpretar e aplicar dados em tempo real, substituindo o imprevisto pela previsibilidade e permitindo que as obras sejam conduzidas com maior precisão, controle e responsabilidade socioambiental.



Dessa forma, o futuro da gestão de obras no Brasil depende da consolidação de um modelo de governança baseado na inovação, no compartilhamento de informações e na valorização do conhecimento técnico, pois é a partir dessas premissas que se tornará possível enfrentar os gargalos históricos do setor e inaugurar um novo ciclo de desenvolvimento.

Sendo assim, pode-se concluir que a digitalização não é apenas uma opção tecnológica, mas uma exigência para a construção de um setor mais moderno, eficiente e sustentável, e que o caminho para sua efetivação passa inevitavelmente pela renovação dos modelos de gestão, pela formação de redes colaborativas e pela construção de políticas públicas que estimulem, protejam e acelerem a inovação.



REFERÊNCIAS

ÁVILA, A.; LANZA, F.; VALOTTO, A. Tecnologias inovadoras nas obras públicas: há pedras no meio do caminho? Florianópolis: Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina, 2023. Disponível em: <https://www.tce.sc.gov.br/sites/default/files/publicacoes/tecnologias-inovadoras-nas-obras-publicas-ha-pedras-no-meio-do-caminho.pdf>.

BENCKE, F.; MÜLLER, A.; POZZOBON, D. Gestão e Inovação: reflexões e proposições para a competitividade das organizações. Caxias do Sul: EDUCS, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/handle/11338/3601>.

BONATTO, A. Inovação disruptiva: uma análise das pesquisas empíricas. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/236682>.

BRASIL. Brasil Inovador: síntese dos resultados. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/publicacoes/biblioteca/sintese_dos_resultados.pdf.

FREIRE, G.; GOMES, J. Edital de fomento à inovação e transformação digital na construção civil. São Paulo: Construção 2030, 2024. Disponível em: <https://plataforma.construcao2030.org.br/edital-x.pdf>.

GASPAR, M. Transformação digital e obras públicas: um estudo exploratório. São Paulo: arXiv, 2018. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2402.09939>.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. Disponível em: https://www.academia.edu/43830259/GIL_A_C_M%C3%A9todos_e_t%C3%A9cnicas_de_pesquisa_social.

INSTITUTO EUVALDO LODI. Brasil mais produtivo: síntese dos resultados. Brasília: CNI, 2018. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/brasil-mais-produtivo/publicacoes/sintese-dos-resultados/>.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2021. Disponível em: <https://www.elsevier.com.br/fundamentos-de-metodologia-cientifica-9788535291959.html>.

SALERNO, M.; GOMES, L. Gestão da inovação no setor da construção. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. Disponível em: <https://www.elsevier.com.br/livros/gestao-da-inovacao-na-construcao-salerno-gomes>.