



Gestão & Gerenciamento

O USO DA TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA AUMENTO DE PRODUTIVIDADE E MELHORIA DA GESTÃO

*THE USE OF TECHNOLOGY IN CIVIL CONSTRUCTION FOR INCREASED
PRODUCTIVITY AND IMPROVED MANAGEMENT*

Beatriz Alves da Costa

Arquiteta e Urbanista, M.Sc.; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ,
Brasil

bia-ac1@hotmail.com

Vania Maria Ducap

Mestre em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

vaniaducap@yahoo.com.br

Resumo

A construção civil no Brasil ainda é deficitária em relação às demais indústrias que já estão evoluindo para 4.0. Apesar dos avanços da década de 1940, onde o Brasil se destacou no conhecimento de técnicas avançadas de construção, essa evolução foi desacelerada e hoje é muito tímida. Percebe-se que a construção civil, apesar de ser um setor vital para desenvolvimento da economia, ainda precisa de muitos avanços, tanto em tecnologia quanto sustentabilidade e segurança. Nota-se baixo incentivo das construtoras devido aos custos de implementação de tecnologias. Existem diversas inovações acessíveis da indústria da construção 4.0 tais como drones, tecnologia Bim, softwares e sistemas de gestão, entre outros. O objetivo deste trabalho é buscar alternativas tecnológicas e práticas para melhoria da eficiência, produtividade e sustentabilidade em todo o ciclo de vida de um projeto, adotando os conceitos da Construção 4.0. Com um mercado bem mais competitivo, as empreiteiras devem visualizar a inovação como oportunidade de melhoria e otimização de recursos, bem como um mecanismo de gestão mais confiável.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Tecnologia; Inovação; Construção Civil

Abstract

The construction industry in Brazil is still lagging compared to other industries that are evolving to Industry 4.0. Despite the advances made in the 1940s, when Brazil stood out for its knowledge of advanced construction techniques, this evolution slowed down and is now very modest. It is evident that the construction sector, despite being vital for economic development, still requires significant progress in technology, sustainability, and safety. There is a noticeable lack of incentive from construction companies due to the high costs of implementing new technologies. Various accessible innovations from Industry 4.0 are available in the construction sector, such as drones, BIM technology, software, and management systems, among others. The aim of this work is to explore technological alternatives and modern practices to improve efficiency, productivity, and sustainability throughout the lifecycle of a project by adopting the concepts of Construction 4.0. With an increasingly competitive market, construction companies should view innovation as an opportunity for improvement and resource optimization, as well as a more reliable management mechanism.

Keywords: Industry 4.0; Technology; Innovation; Construction

1 Introdução

Apesar de muitas discussões sobre o tema Indústria 4.0, muitas pessoas ainda não sabem o que é e quais os impactos que a tecnologia pode trazer para um país em desenvolvimento como o Brasil.

A denominação Indústria 4.0 foi adotada na Alemanha em 2011 e foi conhecida como quarta revolução industrial, que se baseia na combinação de tecnologias inovadoras com a capacidade humana, buscando mudar o sistema industrial, de forma a este se tornar um sistema mais eficiente.

Segundo Brettel *et al* (2014), "a Indústria 4.0 teve sua 1ª aparição na feira de Hannover em 2011, onde houve a promessa do aumento de produtividade, economia de energia, além de corte de gastos e diminuição dos erros no processo produtivo".

A primeira revolução ocorreu entre 1760 - 1840, foi motivada pela o uso do carvão como combustível para máquinas a vapor (que foram desenvolvidas nessa mesma época) e a construção das ferrovias. A segunda revolução ocorreu no fim do século XIX motivada pelo

uso da eletricidade, a criação do aço, os combustíveis derivados de petróleo e a linha de montagem. A terceira revolução ocorreu já no século XX e foi conhecida como a era da informática. A quarta revolução, que é atual, é conhecida como a revolução da conectividade, considerada “a era dos dados e da tecnologia”.

A evolução tecnológica permite que empresas utilizem as redes de comunicação e tecnologia para gerenciar o seu processo, de forma a controlar como, quando e onde produzir, bem como propor o ciclo PDCA (melhoria contínua) na sua cadeia produtiva, baseado na premissa fazer mais com menos.

Este artigo tem como objetivo identificar os principais impactos da Indústria 4.0 na construção civil, tanto em sua aplicação quanto no desenvolvimento das técnicas envolvidas, e analisar as mudanças ocorridas ao longo da evolução até a quarta revolução industrial bem como sua aplicação no setor da construção.

2 Indústria 4.0 na Construção Civil

Em meados de 2011, surgiu a primeira referência a uma nova revolução, atribuída à Alemanha, onde houve uma ação conjunta entre autoridades governamentais, além da iniciativa privada e acadêmica, com o objetivo de tornar a indústria alemã mais competitiva. Como o próprio nome sugere, uma revolução representa uma mudança drástica em diversos eixos, marcando assim o início da 4ª Revolução Industrial.

Seguem algumas tecnologias usadas:

- Utilização de análise virtual para a gestão e o desenvolvimento de projetos, unindo as visões do mundo físico e digital;
- Utilização de impressão 3D para criação de objetos tridimensionais a partir de modelos digitais, que se inicia com um modelo digital e depois sua impressão camada a camada;
- Utilização de Robôs independentes, máquinas inteligentes projetadas para executar tarefas, com pouca ou nenhuma ação humana, de forma a aumentar a complexidade das tarefas;
- Utilização da Inteligência artificial através de máquinas inteligentes, reduzindo o uso de mão de obra humana;
- Uso de realidade aumentada, através de ferramentas para a interação on-line entre dispositivos e sistemas com conectividade;
- Conexão entre ambientes, máquinas, equipamentos/veículos, através da troca de dados entre ambientes reais e virtuais;
- Utilização de armazenamentos de dados para posterior análise;
- Computação em nuvem, através de servidores remotos hospedados na Internet;
- Segurança Cibernética, de forma a proteger as informações com o intuito de evitar fragilidades e vazamento de dados.

A Indústria 4.0, representa uma transformação profunda nos processos industriais, impulsionada pela integração de tecnologias cada vez mais avançadas.

“Essa revolução está remodelando a forma como as fábricas operam, permitindo a criação de “fábricas inteligentes”, onde sistemas físicos e digitais estão interconectados e comunicam entre si de maneira contínua e autônoma”. (SCHWAB, 2016)

Na Indústria 4.0, a conectividade e automação dos processos produtivos geram uma maior eficiência, flexibilidade e personalização. As máquinas são equipadas com sensores que transmitem dados virtualmente, permitindo que as empresas monitorem e controlem suas operações com uma precisão maior. Isso possibilita a manutenção preventiva e preditiva, onde os equipamentos são reparados antes de falharem, reduzindo o tempo de equipamento inoperante e custo de manutenção.

Essa terminologia refere-se às transformações que resultaram das inovações, muitas ainda em desenvolvimento, que têm o potencial de modificar profundamente os processos, a organização da produção e economia.

A Indústria 4.0 tem como objetivo transformar o sistema industrial em um sistema inteligente utilizando, para isto, os nove pilares da Indústria 4.0, sendo eles: Big Data, Robôs Autônomos, Simulação, Integração Vertical e Horizontal, Internet das Coisas (IoT), Segurança Cibernética, Nuvem, Manufatura Aditiva e Realidade Aumentada (CNI, 2017; RÜßMANN et al., 2015).

Segundo Weck *et al* (2013, p. 26), “Indústria 4.0 é o conjunto de soluções que integram equipamentos, serviços de elevado valor agregado e softwares para explorar o uso de insumos em processos ultra eficiente na produção de bens customizados.”

Segundo Hermann; Pentek e Otto (2016) atribuem os seguintes 9 pilares: Segurança da informação, Realidade aumentada, Big data e Analytics, Robôs autônomos, Simulações, Manufatura aditiva, Sistemas integrados e inteligência artificial, Computação em nuvem, Internet das coisas.

Um exemplo disso é a produção através da digitalização de modelos e impressão de diversos produtos, de forma a criar objetos com formas geométricas variadas e sem excesso de resíduos. Além disso, há uma maior flexibilidade na linha de produção, permitindo a customização em massa. Outro exemplo são máquinas e equipamentos que se adaptam às atividades programadas na área da robótica, controlados por inteligência artificial com conexão remota e comunicação integrada. Os avanços tecnológicos, impulsionados principalmente pela nanotecnologia, também incluem a criação de novos materiais com capacidades inovadoras, como a autorregeneração, autolimpeza e flexibilidade/adaptabilidade.

Uma tecnologia que está sendo amplamente divulgada e passou a ter obrigatoriedade por lei é o uso da tecnologia BIM (Modelagem da Informação da Construção), que passa a ser uma abordagem digital para o planejamento, projeto, construção e gestão de edificações e infraestrutura, que adota um modelo tridimensional que não apenas representa visualmente o projeto, mas também integra informações detalhadas sobre cada componente (materiais, dimensões, propriedades etc.). Cada elemento do modelo BIM contém dados relacionados a suas especificações e desempenho, permitindo análises detalhadas e simulações. Além disso, facilita a colaboração entre diferentes profissionais envolvidos no projeto, permitindo que trabalhem em um único

modelo centralizado e permite a simulação de diversos aspectos do projeto, como desempenho energético, acústico e estrutural, antes da construção física.

3. Aplicabilidade na Construção Civil

Para uma melhor compreensão das possíveis vantagens e desvantagens da aplicação dos avanços tecnológicos na construção civil brasileira, foi realizado um levantamento por meio de pesquisas em artigos científicos e bibliografias. O objetivo foi entender e descrever o que é essa Indústria, quais as mudanças em relação à 3ª Revolução, além de identificar quais tecnologias podem ser aplicadas na construção civil além de avaliar as vantagens e desvantagens deste uso.

A indústria da construção apresenta uma contribuição importante na economia mundial, representando um dos principais setores econômicos, afinal a procura por moradia cresce a cada ano. “Aproximadamente 7% da população mundial que atua no mercado de trabalho está relacionada neste ramo, gerando uma contribuição aproximada de 11 trilhões de dólares” (EZAKI, 2020).

O setor da construção civil foi pioneiro ao adotar a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), se iniciando por volta de 1970 com a utilização de softwares de análise estrutural. Na década de 1980, a computação gráfica abriu caminhos para desenhos assistidos por computadores. Na década de 1990, a informática da construção se tornou disciplina de estudos científicos independente dentro da indústria da construção (KLINC; TURK, 2019).

A construção civil tem grande impacto na economia brasileira, contribuindo na geração de empregos e até em subempregos, além da tributação de impostos e controle da economia. Esse setor, apesar de grande potencial ainda é deficitário e precisa assumir um papel mais protagonista na busca contínua por melhoria tecnológica. É nítido que a aplicação desses conceitos serão fundamentais para o aumento da produtividade e otimização dos processos.

A indústria da construção civil está acompanhando a tendência de outros setores ao incluir princípios da Indústria 4.0. Isto resultou o surgimento de um segmento específico denominado “Construção 4.0” ou “Canteiro 4.0”. Esta perspectiva visa a aplicação de tecnologias avançadas e conceitos de automação na indústria da construção, buscando a modernização e enfrentamento de desafios atuais do mercado (ALALOUL; LIEW; ZAWAWI; MOHAMED, 2018).

O conceito de "Canteiro 4.0" refere-se à aplicação das tecnologias durante as etapas de execução da obra. Ele envolve a digitalização e automação dos processos nos canteiros de obras, utilizando ferramentas como a inteligência artificial, bancos de dados, softwares especializados, drones/monitoramento remoto, impressoras 3D, e realidade aumentada. Essas tecnologias permitem maior eficiência, segurança, controle de qualidade e sustentabilidade nas obras.

É possível analisar influências da Indústria 4.0 em criações de atividades automatizadas em canteiros de obras. Neste ambiente, é comum a utilização de robôs para a realização de tarefas rotineiras, além de sensores para o rastreamento de equipamentos, monitoramento do progresso das atividades e locação de mão-de-obra de maneira eficiente. Neste contexto também está sendo comum o emprego de

software e aplicativos de simulação, sendo ferramentas que permitem a visualização e verificação antecipada das possíveis atividades de construção (OSUNSANMI, AIGBAVBOA; OKE; LIPHADZI, 2020).

No Canteiro 4.0, câmeras e dispositivos conectados monitoram remotamente a evolução da obra, identificando possíveis problemas antes que se tornem críticos. A automação de tarefas repetitivas e a utilização de equipamentos colaborativos podem reduzir o tempo de execução e melhorar a performance das atividades. Além disso, a análise de dados e o uso de modelos digitais (BIM - Building Information Modeling) auxiliam na tomada de decisões mais assertivas, otimizando recursos e minimizando desperdícios.

Em relação ao armazenamento de documentos e informações relacionada à construção, outro componente essencial nesta indústria é a virtualização. Este proporciona o acesso rápido e seguro aos principais dados para os participantes do processo construtivo, agilizando a troca de informações e otimizando a colaboração entre os envolvidos. Ainda, tecnologias como estas estão transformando o âmbito da construção, tornando assim mais produtivo, seguro e eficiente (OSUNSANMI; AIGBAVBOA; OKE; LIPHADZI, 2020).

Para Klinc e Turk (2019), “embora a indústria da construção seja considerada resistente em relação a novas tecnologias, existe uma crescente conscientização de que tecnologias digitais acabarão de transformar o setor”.

Ainda segundo Klinc e Turk (2019), a digitalização da construção concentra vários aspectos relacionados a processos.

Seguem alguns exemplos desse tipo de tecnologia:

- a. Produção com viés industrial, através de materiais pré-fabricados ou impressão 3D, que visam o aumento da produtividade da obra através de montagem em série;
- b. Robótica, com a utilização de drones no monitoramento remoto e levantamento de informações;
- c. Aplicação de tecnologias como o Building Information Modeling (BIM), com objetivo de tornar a construção mais eficiente, com menos erros e mais precisão construtiva.

O uso da tecnologia em contrapartida necessita de custos de implantação tais como compra de equipamentos computacionais e câmeras no local da obra e treinamento das equipes para seu uso, além da mudança de paradigmas corporativos, o que pode acarretar uma certa resistência a mudanças e adoção de tecnologias, impactando negativamente a incorporação dessa metodologia.

Além disso, é possível perceber que quanto mais tecnologia aplicada, maior é a necessidade de comunicação mais confiável e eficiente, bem como maior conectividade, de forma a possibilitar maior integração entre as partes envolvidas.

4. Vantagens e Desvantagens do Uso da Construção 4.0

Para que uma organização implemente as tecnologias da Indústria 4.0 de forma eficaz, é essencial realizar um planejamento mais detalhado para adotar os princípios e

práticas da “era dos dados e conectividade”. Esse planejamento deve considerar a integração de ferramentas, visando otimizar os resultados da empresa.

Observa-se que a relação entre a execução de atividades adotando Big Data e a digitalização resulta em melhorias significativas na produtividade e qualidade das construções. Assim, é possível perceber a forte conexão entre a implementação de tecnologias digitais e o aperfeiçoamento da indústria da construção, promovendo processos com resultados maiores.

Em resumo, o Canteiro 4.0 representa uma evolução significativa na construção civil, trazendo benefícios como aumento da produtividade, redução de custos e melhoria na qualidade das obras, ao mesmo tempo em que promove a inovação e a sustentabilidade no setor.

Entretanto, a implementação da Construção 4.0 enfrenta grandes desafios. Entre os principais obstáculos estão a resistência a mudanças, os elevados custos de implementação, a escassez de capacitação profissional e a falta de conscientização sobre os benefícios das novas técnicas.

Portanto, superar esses desafios é crucial para uma adoção bem-sucedida da Construção 4.0, que busca como referência à aplicação de tecnologias avançadas. Abaixo segue um resumo das principais vantagens e desvantagens dessa abordagem:

Vantagens:

- a. **Eficiência e Produtividade:** Ferramentas como modelagem da informação da construção (BIM) permitem uma coordenação mais eficaz e reduzem erros. Tecnologias digitais e automação reduzem o tempo de construção e melhoram a eficiência. Essas ferramentas passaram a ter um apoio governamental para sua aplicação, o que é um avanço considerável;
- b. **Redução de Custos:** Com o uso da robótica e modelagem, os custos de mão de obra e materiais podem ser reduzidos, além de minimizar desperdícios de recursos. Além disso a melhoria no planejamento e na execução reduz custos inesperados;
- c. **Segurança:** Tecnologias avançadas e sensores podem monitorar condições inseguras e fornecer alertas em tempo real, aumentando a segurança nas frentes de serviço;
- d. **Qualidade e Precisão:** O uso de sistemas automatizados e de modelagem ajuda a garantir maior precisão na construção, reduzindo a probabilidade de erros e retrabalhos. Maior controle e monitoramento aumentam a qualidade das construções e reduzem os erros;
- e. **Sustentabilidade:** A Construção pode integrar práticas sustentáveis, como o uso eficiente de recursos e a implementação de tecnologias verdes, contribuindo para edificações mais ecológicas;
- f. **Gerenciamento e Manutenção:** A análise de dados em tempo real permite um gerenciamento melhor dos projetos e uma manutenção preditiva/preventiva mais precisa.

Desvantagens:

- a. **Custo Inicial Alto:** A aplicação de tecnologias pode exigir um investimento inicial significativo, o que pode ser um obstáculo para pequenas e médias empresas;
- b. **Complexidade Tecnológica:** A integração de novas tecnologias pode ser complexa e exigir treinamento especializado, o que pode desmotivar as equipes ou reduzir o interesse por sua implementação;
- c. **Dependência Tecnológica:** A dependência de sistemas e tecnologias digitais pode levar a problemas em caso de falhas tecnológicas ou ataques cibernéticos;
- d. **Resistência à Mudança:** A adoção de novas tecnologias pode encontrar resistência de profissionais acostumados a métodos tradicionais de trabalho, dificultando a implementação;
- e. **Problemas de Privacidade e Segurança de Dados:** O armazenamento de grandes volumes de dados pode ocasionar preocupações sobre sua privacidade e sobre a sua segurança;
- f. **Desafios na Integração:** A integração de diferentes tecnologias e sistemas pode ser desafiadora e exigir esforços adicionais para garantir que todos os componentes funcionem de maneira coesa.

Em resumo, enquanto a Construção 4.0 fomenta oportunidades significativas para melhoria da eficiência, promoção de práticas sustentáveis e otimização produtiva também apresenta desafios relacionados a custos iniciais, complexidade e segurança. A adoção bem-sucedida dessas tecnologias exige um equilíbrio mais minucioso entre inovação e gestão dos riscos associados.

A Indústria 4.0 na construção civil está transformando o setor ao tornar os processos mais inteligentes, integrados e sustentáveis, embora a adoção e implementação possam enfrentar desafios significativos.

5. Estudo de Caso

O estudo de caso aqui descrito tem como base as observações da autora sobre a implantação da tecnologia BIM em uma empresa de grande porte que gerencia obras executadas por diversas construtoras no qual a autora trabalha. A empresa não nos autorizou a divulgação de seu nome.

Ao longo dos anos 2021-24 foram implementadas algumas soluções técnicas fundamentadas na indústria 4.0. Uma das tecnologias implementadas foi a tecnologia BIM, que foi utilizada em 10% das obras executadas no período e apresentou diversas vantagens, tais como:

- a. **Melhoria na Coordenação:** Redução de conflitos e inconsistências entre disciplinas, pois permitiu que todos os envolvidos visualizem e trabalhem no mesmo modelo;
- b. **Eficiência e Precisão:** A modelagem detalhada ajudou a identificar problemas e resolver questões antes da construção, aumentando a precisão e eficiência do projeto;

- c. Redução de Custos e Tempo: A identificação antecipada de problemas/falhas e a coordenação detalhada do processo reduziu retrabalho e desperdícios, resultando em economias de custo e tempo;
- d. Facilidade na Gestão e Manutenção: O modelo BIM pode ser usado ao longo de todo o ciclo de vida da construção, facilitando a sua gestão e manutenção, ao fornecer informações detalhadas sobre todos os componentes;
- e. Documentação Completa: Gerou uma documentação mais precisa e atualizada automaticamente, melhorando a qualidade dos entregáveis e a conformidade com normas e regulamentos.

Embora traga benefícios significativos em termos de colaboração, definição, precisão e economia, sua implementação exige um investimento inicial considerável e adaptação, além de uma gestão cuidadosa para superar desafios tecnológicos e culturais. Foram identificados alguns desafios, como a dificuldade de conseguir empresas parceiras que utilizassem essa tecnologia, necessidade de equipes mais capacitadas, pois nem todos os profissionais estão familiarizados com o uso de modelos 3D e software avançado, necessidade de maior cuidado com a coordenação e segurança dos dados, além da necessidade de mudança cultural, pois a adoção do BIM encontrou um pouco de resistência devido a mudanças nos processos de trabalho tradicionais e na cultura organizacional.

Outra tecnologia adotada foi a gestão remota 360 graus (monitoramento em tempo real) com uma empresa especializada que apoiou no controle à distância das obras. Trata-se de uma plataforma de software voltada para a indústria da construção, projetada para otimizar a gestão e a colaboração em projetos de construção, permitindo acesso a informações atualizadas sobre o progresso do projeto através de fotos em 360 graus, comunicação em tempo real e recursos para tomada de decisões. Suas principais funcionalidades é permitir a criação e visualização de modelos 3D do projeto, integrando informações detalhadas sobre os componentes da construção, facilitar a comunicação entre equipes e partes interessadas, possibilitando o compartilhamento de informações, documentos e atualizações em tempo real, geração de relatórios, além de monitorar e gerenciar a qualidade da construção e a segurança no local, ajudando a garantir conformidade com normas e regulamentos.

Vantagens citadas pela empresa e comprovadas após piloto implementado:

- a. Integração e Centralização: Centralização de todas as informações do projeto em uma única plataforma, melhorando a coordenação entre diferentes partes e reduzindo o risco de erros e omissões;
- b. Eficiência e Produtividade: Automatização de tarefas e processos, como o rastreamento de progresso e a gestão de mudanças, o que pode aumentar a eficiência e reduzir o tempo necessário para conclusão destas;
- c. Transparência e Acesso à Informação: Oferta de acesso fácil e transparente às informações do projeto para todas as partes interessadas, melhorando a colaboração e a tomada de decisões;

- d. **Análise e Monitoramento:** Fornecimento de ferramentas analíticas e de monitoramento para acompanhar o desempenho do projeto e identificar problemas antes que se tornem críticos;
- e. **Facilidade de Uso:** Geralmente, o software foi criado com uma interface mais intuitiva, auxiliando a sua adoção por profissionais da construção que não são especialistas em tecnologia.

Essa solução apresentou bons resultados, permitindo melhor acompanhamento da obra, monitoramento de itens de segurança e o custo de investimento não foi significativo por se tratar de empresa com capital para investimento, o que permitiu a implementação desse monitoramento em mais de 50 obras, porém a desvantagem é a dependência de uma plataforma digital, que pode gerar certa preocupação se houver problemas técnicos ou interrupções no serviço.

Além disso, já está em construção uma plataforma unificada para gestão das obras otimizada desenvolvida por setor de tecnologia da informação interno, já que hoje o sistema é controlado por Power BI e ferramentas auxiliares como o MS Project e PPM. Em uma análise preliminar das implementações feitas até o momento foi possível identificar otimização de recursos, aumento da gestão da carteira e redução de retrabalho. Além disso o monitoramento remoto permitiu maior controle de execução das obras, tanto na parte de qualidade como segurança.

A unificação de todos os dados em um banco de dados único, bem como o uso do Power BI, permite acesso remoto de toda a carteira de obras dessa unidade, permitindo que os gestores consigam ter controle dos indicadores de performance das obras, para facilitar a tomada de decisões. Essa ferramenta permite fácil acesso as informações e permite que o sistema seja mais confiável, bem como a volumetria dos dados em tempo real.

Após todas essas ações foi possível confirmar que é vantajoso o uso de tecnologia na construção civil, mas que para empresas de menor porte ainda haverá resistência devido a custos de implementação e mão-de-obra além da resistência às mudanças.

Todas essas aplicações só foram possíveis devido a liderança ser o principal motivador de sua implantação e manutenção, sem o patrocínio dessas iniciativas não seria possível sua aplicabilidade.

6. Considerações Finais

A implementação dos princípios da Construção 4.0 na construção civil proporciona ganhos significativos. Entre os benefícios destacados estão a redução financeira e temporal das obras, a execução conforme o orçamento estabelecido, maior agilidade na execução e a oportunidade de colaboração entre as organizações.

Esses resultados indicam que a aplicação da Construção 4.0 pode oferecer vantagens lucrativas e competitivas para as empresas, de forma a buscar mais capacidade operacional para atendimento ao setor da construção civil. Através do estudo de caso foi possível identificar que houve uma melhoria no controle e administração das obras, possibilitando maior acesso aos seus dados em tempo real, bem como maior uniformização do processo.

É importante destacar que a falta de informações sobre os benefícios dessa implementação tanto para construtoras como incorporadoras, ainda constitui um obstáculo a ser superado, não possibilitando sua aplicabilidade de forma mais ampla, por não conseguirem mapear o custo-benefício do uso da tecnologia no processo construtivo e não conseguirem incentivos para sua implementação. Com a compreensão desses conceitos, espera-se que mais empresas do setor possam adotar as inovações tecnológicas nas suas operações.

Logo, quanto mais conscientização, disseminação de informações e engajamento de profissionais e líderes/gestores, mais rápido será possível abordar todo o potencial de sua aplicabilidade, procurando melhores alternativas e possibilitando maior acesso a essas tecnologias, já que existe uma correlação entre oferta-procura.

Com o incentivo governamental da adoção de práticas tecnológicas e sustentáveis é possível a sua disseminação e aplicabilidade, como ocorre em outros setores. Com a maior procura por esse nicho, acredita-se que pode resultar em um aumento significativo para uma maior qualidade, eficiência e performance dos projetos, medidas essas que podem impulsionar o crescimento do setor e contribuir para o desenvolvimento econômico do Brasil.

Referências

ALALOUL, W. S.; LIEW, M. S.; ZAWAWI, N. A. W. A.; MOHAMMED, B. S. (2018). **Industry revolution IR 4.0: future opportunities and challenges in construction industry**. In MATEC web of conferences (Vol. 203, p. 02010). EDP Sciences.

BRETTEL, M.; FRIEDERICHSEN, N.; KELLER, M.; ROSENBERG, M. **How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective**. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, v.8, n.1, p.37-44, 2014.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Oportunidades para a indústria 4.0: aspectos da demanda e oferta no Brasil**. Brasília: 2017.

EZAKI, C. R. M. (2020). **Como a indústria da construção lida com a produtividade**. Sienge. <https://www.sienge.com.br/blog/industria-da-construcao/>. Acesso em 11 de maio de 2024

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. (2015). **Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literature review**. Technische Universität Dortmund, Dortmund, 45.

KLINC, R.; TURK, Ž. (2019). **Construction 4.0—digital transformation of one of the oldest industries**. Economic and Business Review, 21(3), 4.

OSUNSANMI, T. O.; AIGBAYBOA, C. O.; OKE, A.E; LIPHADZI, M. (2020). **Appraisal of stakeholders' willingness to adopt construction 4.0 technologies for construction projects**. Built Environment Project and Asset Management, 2020.

RÜßMANN, Michael *et al.* **Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries**. Boston Consulting Group, v. 9, 2015.

SCHWAB, K. **The fourth industrial revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2016.

WECK, O. et al. **Trends in Advanced Manufacturing Technology Innovation**. Production in the Innovation Economy (PIE) Study. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2013.