



Gestão & Gerenciamento

ESTADO DA ARTE DA UTILIZAÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NAS ETAPAS DO CICLO CONSTRUTIVO

*STATE OF THE ART OF THE USE OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN
THE STAGES OF THE CONSTRUCTION CYCLE*

Jean Augusto Ortiz Alcantara

Graduando em Engenharia Civil; Escola Politécnica da UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mail: jeanaugusto@poli.ufrj.br

Luiz Henrique Oscar Costa

Mestre em Engenharia Urbana; Escola Politécnica da UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mail: lhcosta@poli.ufrj.br

Resumo

O setor da construção civil representa um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento dos países, seja ele social (geração de empregos), econômico ou de infraestrutura. Atualmente no Brasil o mercado para este setor segue aquecido, com altas de 4,4% em 2024 e 3,0% em 2025 no PIB da construção civil, de acordo com a Fundação Getúlio Vargas. Nesse sentido, a adoção de ferramentas de inovação tecnológicas se mostra essencial para que esse crescimento se dê da melhor maneira possível, sendo desenvolvidas diversas tecnologias que buscam auxiliar na gestão das etapas do processo produtivo ao longo dos anos. No entanto, em grande parte dos casos, a implementação dessas ferramentas encontra barreiras que podem inviabilizar sua adoção, como altos custos, fatores culturais ou grande tempo despendido na capacitação dos profissionais que atuam no setor, o que pode contribuir para a desaceleração do progresso do país de uma forma geral. Portanto, este artigo objetiva trazer um panorama da aplicação de algumas inovações tecnológicas no mercado, explorando as vantagens e os desafios encontrados pelos autores nos últimos 20 anos.

Palavras-chaves: inovação; construção civil; tecnologia.

Abstract

The civil construction sector represents one of the fundamental pillars for the development of countries, whether in social terms (job creation), economic growth, or infrastructure. Currently, in Brazil, the market for this sector remains strong, with increases of 4.4% in 2024 and 3.0% in 2025 in the construction sector's GDP, according to the Getúlio Vargas Foundation. In this context, the adoption of technological innovation tools is essential to ensure that this growth occurs in the best possible way. Over the years, various technologies have been developed to assist in managing the stages of the production process. However, in many cases, the implementation of these tools faces barriers that may hinder their adoption, such as high costs, cultural factors, or the significant time required for training professionals in the sector. These challenges can contribute to slowing down the country's overall progress. Therefore, this article aims to provide an overview of the application of some technological innovations in the market, exploring the advantages and challenges identified by researchers over the past 20 years.

Key words: innovation; civil construction; technology.

1 Introdução

A construção civil desempenha um papel de grande relevância no desenvolvimento econômico e social em todo o mundo [1], sendo a área da engenharia responsável pela materialização da infraestrutura essencial para a vida humana. No entanto, o setor historicamente apresenta desafios significativos relacionados à produtividade, sustentabilidade e eficiência na gestão de recursos, utilizando na maior parte dos casos modelos mais tradicionais de construção, que frequentemente resultam em altos índices de desperdício, prazos mais longos e custos elevados. Em paralelo a isso, observa-se uma crescente no nível de complexidade dos projetos, resultando na necessidade de atender a normas cada vez mais rigorosas e demandado cada vez mais soluções inovadoras capazes de transformar as práticas construtivas e otimizar os processos.

Nesse contexto, a adesão de novas tecnologias surge como um fator indispensável para a modernização do setor [2], de modo que ferramentas digitais e metodologias avançadas promoveram ganhos expressivos em termos de precisão, controle operacional e integração multidisciplinar ao longo dos últimos anos. A digitalização do planejamento e da execução das obras possibilita não apenas a otimização dos recursos empregados, mas

também a mitigação de erros e retrabalho, favorecendo uma abordagem mais eficiente e sustentável. Além disso, a convergência entre tecnologia e engenharia tem impulsionado mudanças estruturais na forma como os projetos são concebidos, desde a fase inicial de viabilidade até a operação e manutenção das edificações.

Apesar dos benefícios proporcionados por essas inovações, a transição para um modelo mais tecnológico enfrenta barreiras relevantes e típicas do setor, como a resistência à mudança por parte de empresas e profissionais, a necessidade de investimentos em capacitação e a adaptação a novas regulamentações. Portanto, o desafio não se trata apenas na implementação técnica dessas ferramentas, mas também na reestruturação dos processos internos e na superação de paradigmas arraigados dentro do setor.

Diante desse panorama, este artigo busca realizar um estado da arte da implementação de ferramentas de inovação tecnológica no ambiente da construção civil. Por meio de uma revisão bibliográfica, identificaram-se algumas tendências tecnológicas e discutiram-se os desafios e oportunidades associados à sua implementação. Dessa forma, o artigo busca contribuir para a compreensão do papel das inovações na modernização dos processos construtivos e para o debate sobre o futuro da construção civil em um cenário de crescente sofisticação técnica.

2 Metodologia

Para a realização da pesquisa, foram feitas algumas pesquisas na plataforma Google Acadêmico que combinassem as *strings* “inovação tecnológica” e “construção civil”, filtrando as obras publicadas nos últimos 20 anos. Após isso, foi feita uma seleção manual e qualitativa das obras encontradas, garantindo que o trabalho se tratava de uma aplicação de tecnologias em uma das fases chave do ciclo de vida de uma edificação: estudo de viabilidade, confecção dos projetos, execução, controle e fiscalização da construção do empreendimento, e uso e manutenção. Por fim, os trabalhos encontrados foram analisados buscando destacar a tecnologia utilizada, o contexto da aplicação e os resultados obtidos pelos autores, incluindo vantagens, desvantagens e desafios.

Ao todo, foram selecionados 5 trabalhos, sendo 1 trabalho para explicitar um meio de utilização de aparato tecnológico em cada etapa da construção, com exceção da etapa de projeto, onde foram estudados 2 trabalhos, uma vez que esta etapa se mostrou a que mais introduz novas tecnologias no ciclo de vida do projeto.

Para a etapa de estudo de viabilidade, o trabalho selecionado tem autoria de Brito *et al.* (2018)[3], que desenvolveram uma estrutura lógica de programação no ambiente BIM utilizando o Dynamo, plugin do software Revit, para gerar um modelo do edifício a ser estudado e quantificar os materiais nas etapas construtivas de superestrutura, alvenaria, cobertura e revestimento externo. O estudo envolveu a seleção do edifício, a criação do modelo, o levantamento de quantitativos e a análise dos resultados. O objetivo foi comparar os quantitativos e o orçamento obtido por meio da programação com o método do CUB e o valor real orçado pela obra.

Ainda tratando de metodologia BIM, um dos trabalhos selecionados para a etapa de projeto foi escrito por Souza [4], que desenvolveu um estudo focado no dimensionamento automático das instalações de água fria para um edifício multifamiliar de 5 pavimentos,

utilizando o Revit MEP, um plugin do Autodesk Revit 2021. O objetivo principal foi avaliar a eficiência da automação no dimensionamento em comparação com o processo manual proposto pela NBR 5626 (2020)[5]. A comparação abrangeu não apenas os quantitativos, mas também aspectos essenciais à eficiência do projeto, como as pressões hidráulicas nos trechos de tubulação, que são fundamentais para garantir a funcionalidade e a sustentabilidade das instalações. O dimensionamento manual foi realizado pelo próprio autor, o que permitiu uma análise mais precisa das vantagens da automação, especialmente em termos de tempo, precisão e desempenho das instalações em comparação com o método tradicional.

Também para a etapa de projeto, seleciona-se o artigo de Cheung e Lopes (2023)[6], que propõem a implementação de realidade aumentada no projeto estrutural de um modelo de edifício gerado por metodologia BIM, com o objetivo de melhorar a visualização do projeto no ambiente do canteiro de obras. O estudo começou com o desenvolvimento do projeto estrutural utilizando o software TQS, que permitiu uma concepção detalhada e análises precisas. Em seguida, o modelo foi importado para o software de realidade aumentada Augin, e QR Codes foram gerados e distribuídos no canteiro de obras para permitir que os profissionais e o cliente final acessassem a visualização do modelo via smartphones. O principal objetivo foi analisar os benefícios da realidade aumentada para a etapa de construção, destacando como essa tecnologia pode facilitar a compreensão e execução do projeto, beneficiando tanto os envolvidos na construção quanto o cliente, ao melhorar a interação com o modelo e possibilitar ajustes mais eficientes no canteiro de obras.

Representando a etapa de execução e fiscalização, Ferreira *et al*[6]. realizaram uma comparação entre levantamentos planialtimétricos obtidos por Estação Total e drone, com foco nos custos e na velocidade de obtenção do projeto final. O estudo utilizou as duas tecnologias para a coleta dos dados topográficos e, posteriormente, analisou as discrepâncias entre os resultados obtidos pela Estação Total, que foi utilizada como referência por ser a tecnologia mais tradicional para esse tipo de serviço. O principal objetivo foi analisar a eficiência do uso de drones em levantamentos topográficos, avaliando suas vantagens e limitações em termos de precisão, custo e agilidade em comparação com métodos tradicionais, contribuindo para a discussão sobre a viabilidade dessa tecnologia no contexto da topografia.

Jesus e Oliveira [8] também realizaram uma comparação entre levantamentos planialtimétricos obtidos por Estação Total e drones, porém com ênfase no tempo e nos custos envolvidos. O estudo utilizou ambas as tecnologias para realizar o levantamento topográfico e, em seguida, analisou os tempos gastos em cada etapa do processo, bem como os custos envolvidos em cada operação. O objetivo principal foi avaliar a eficiência do uso de drones em levantamentos topográficos, destacando suas vantagens em termos de agilidade e economia, em comparação com a Estação Total, que é um método tradicionalmente utilizado.

Por fim, também versando sobre a utilização de veículos aéreos não tripulados, mas dessa vez na etapa de uso e manutenção da edificação, Stolz *et al* [9] realizaram uma revisão bibliográfica sobre o uso de drones na inspeção de fachadas prediais, seguida de uma aplicação prática dessa tecnologia em conjunto com a termografia infravermelha para a detecção de manifestações patológicas. Após a revisão da literatura, foi selecionado um

edifício com um design arquitetônico recorrente na cidade do Rio de Janeiro e avaliou-se o padrão de manchas em sua fachada usando um drone equipado com uma câmera termográfica infravermelha. O principal objetivo do estudo foi analisar a capacidade que a combinação entre drones e termografia infravermelha tem para possivelmente substituir métodos tradicionais de inspeção, que vão além da inspeção visual, como o teste a percussão.

3 Resultados e discussões

Nesta parte do trabalho são relacionadas as tecnologias estudadas com a fase do ciclo produtivo em que foram aplicadas, de acordo com a revisão bibliográfica, trazendo seus principais resultados, vantagens observadas e desafios.

3.1 Estudo de viabilidade

Os estudos de viabilidade técnica e financeira são considerados umas das fases mais importantes de um projeto de engenharia. A partir deles é possível se ter uma visão maior da exequibilidade do projeto, sendo primordial nas primeiras tomadas de decisão dos investidores e construtores. Atualmente, diversos métodos de estimativa de custo são utilizados pelos profissionais para prever gastos e fluxo de caixa, como por exemplo o Custo Unitário Básico (CUB)[3]. No entanto, há diversas limitações deste método, principalmente em relação à tipologia do empreendimento, bem como seus respectivos métodos construtivos. Neste contexto, os autores propuseram a utilização de uma lógica de programação atrelada à metodologia BIM para apoio em decisões de projeto focados na fase de estimativas preliminares de custo. Tal lógica de programação foi construída no ambiente do Dynamo, plugin do software Revit.

A Estrutura Lógica de Programação (ELP) foi parametrizada a fim de elaborar a forma geral do edifício, sendo posteriormente extraídos quantitativos de superestrutura, alvenaria e revestimentos. Por fim, foram gerados para comparação 3 orçamentos diferentes: o real - praticado na materialização do edifício -, pelo método de CUB - tradicionalmente utilizado no setor da construção civil - e o estimado pelo método proposto. A tabela com os valores estimados encontra-se na tabela abaixo:

Tabela 1 – Comparação entre as estimativas de orçamento para cada método

Método	Valor	Erro percentual
Valor orçado real	R\$ 7.259.135,01	-
Método proposto	R\$ 7.772.546,27	7,07%
CUB	R\$ 8.471.15,07	16,70%

Fonte: Brito *et. al* [3]

Por fim, é possível inferir que o método proposto é eficiente na obtenção de estimativas de custos, uma vez que possui um erro percentual menor que o CUB em relação ao valor real orçado para o empreendimento. No entanto, observa-se que o erro percentual individual do componente revestimento externo (-21,55%) foi aproximadamente o triplo do erro percentual global do método, o que representa um risco potencial de grandes

equivocos na definição do orçamento do projeto seguindo o método proposto, a depender da precisão dos demais parâmetros do projeto. Isso sugere uma necessidade de um aprofundamento na tecnologia pelos demais estudiosos e profissionais do mercado, buscando a otimização e difusão de processos que obtiveram resultados parecidos a fim de resultar em uma maior eficiência para o setor como um todo.

3.2 Projetos

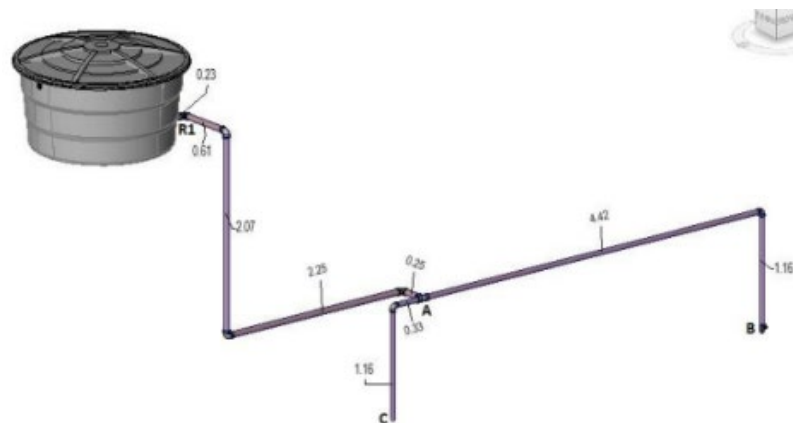
Building Information Modeling (BIM), segundo Andrade e Ruschel [10] é um conceito que envolve tecnologias e processos na busca por um modelo único de edificação, cujos projetos são completamente integrados. Nesse sentido, se diferenciam em relação aos sistemas mais tradicionais de CAD uma vez que permitem a incorporação de parâmetros não geométricos a objetos, possibilitando a geração de relatórios e checagem de inconsistências.

Por ser uma metodologia relativamente recente, muito se especula sobre as vantagens de sua implementação, ao passo que se percebe atualmente um certo desperdício das funcionalidades dos softwares, que muitas vezes são utilizados apenas como ferramenta de desenho. Instituições da construção civil brasileira, como a Câmara Brasileira da Indústria da Construção, elencam algumas dificuldades encontradas de forma sistêmica no mercado, responsáveis por frear um potencial crescimento mais agressivo da metodologia. São elas: resistência a mudanças, dificuldade de compreensão, barreiras culturais, busca por soluções mais rápidas - nem sempre mais eficientes -, falta de interesse na colaboração e ensino insuficiente na formação dos profissionais. Por fim, o custo elevado na aquisição das licenças faz com que diversas empresas optem por continuar trabalhando da maneira que já fazem há anos.

Por outro lado, diversos autores discorrem sobre os benefícios da metodologia para projetistas e construtores em geral. Destacam-se uma melhor visualização do projeto, o que resulta em menos retrabalho e custos adicionais, otimização do uso de materiais e recursos, promovendo construções mais sustentáveis, redução de incompatibilidades entre as disciplinas do projeto, reduzindo, por consequência, omissões e improvisos no canteiro de obras e melhora na coordenação e produtividade para os gestores dos projetos, resultado da colaboração entre os diferentes agentes [11].

A aplicação da metodologia BIM na etapa de projeto foi estudada por Souza[4]. O objetivo do autor foi comparar os resultados obtidos no dimensionamento de algumas partes de um projeto hidrossanitário por 2 ferramentas: dimensionamento manual seguindo a NBR 5626 [5], e através do software Autodesk Revit 2021 em conjunto com um plugin do próprio software denominado Revit MEP. Ambos os dimensionamentos foram realizados pelo próprio autor. Os resultados mostraram pontos negativos nas tubulações dos ramais e sub-ramais de água fria do projeto, mais especificamente a pressão inicial, perda de carga e comprimento equivalente. Já para o sistema de recalque os resultados se mostraram muito satisfatórios, tanto na determinação dos diâmetros das tubulações de sucção e recalque, quanto na potência da bomba, além da representação dos desenhos isométricos das instalações.

Figura 1 – Esquema isométrico dos ramais e sub-ramais

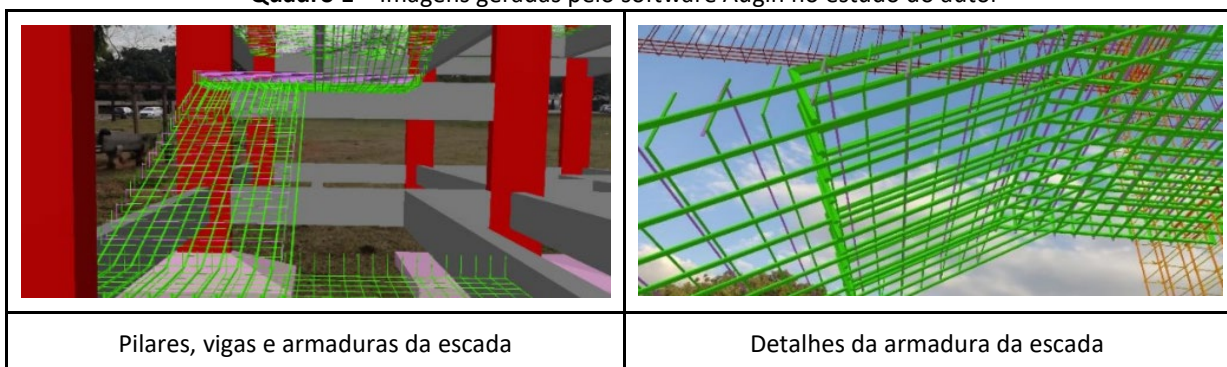


Fonte: Souza [4]

Também na fase de projetos, observa-se a ascensão do uso da tecnologia de realidade virtual e aumentada nos últimos anos. É conhecido por realidade aumentada a inserção de objetos virtuais, como fotos ou vídeos, em um ambiente real, como se de fato aquele objeto pertencesse fisicamente ao mundo real. Esta técnica, que necessita da captura de imagens e de seu processamento através de um computador [12], é utilizada principalmente nas etapas de projeto e execução da obra, permitindo que se tenha uma ideia mais visual do que está sendo projetado, antecipando possíveis melhorias ou interferências entre as disciplinas.

Cheung e Lopes [6] estudam a aplicação do software de realidade aumentada Augin como facilitador no entendimento de montagem de um projeto estrutural em concreto armado. O trabalho foi realizado integrando os softwares Augin (realidade virtual), Revit (BIM) e TQS (cálculo estrutural), e constatou a facilidade de utilização do aplicativo, que contribuiu para um melhor entendimento do projeto por parte do cliente e dos gestores. Além disso, destaca que o aplicativo foi útil para confirmação de questões técnicas, como maior precisão no orçamento da obra e nos detalhes de amarração das armaduras da estrutura. No entanto, destacou a incapacidade de alguns hardwares, como por exemplo telefones mais antigos, em prover o pleno funcionamento do modelo, o que gerou falhas nas questões técnicas da obra. Por fim, comenta sobre a necessidade de definição de parâmetros para uma ampla implementação da tecnologia nos canteiros de obras, além de sugerir a busca por um modelo que contemple todas as disciplinas de um projeto.

Quadro 1 – Imagens geradas pelo software Augin no estudo do autor



Fonte: Cheung e Lopes [6]

3.3 Execução e fiscalização

Veículos aéreos não tripulados, popularmente conhecidos como drones, seguindo um processo de evolução exponencial nesta década, são introduzidos em diversas atividades no ambiente da construção civil nos últimos anos, muito em razão de sua agilidade, versatilidade, possibilidade de utilização em áreas de difícil acesso e baixo custo na sua operação. Nesse contexto, alguns trabalhos estudaram a comparação entre a execução de levantamentos altimétricos utilizando equipamentos tradicionais (estação total) e drones.

No artigo de Ferreira *et. al* [7] pode-se destacar a acurácia do levantamento altimétrico obtido via aerofotometria com uso do drone em comparação com a tradicional estação total. Nesse sentido, observa-se que os dois levantamentos quase não diferem em relação à obtenção das coordenadas dos pontos, menos de 0,2% nas medidas de distâncias lineares e menos de 0,4% em uma medida de área, evidenciando um ótimo desempenho da tecnologia na obtenção de topografia precisa.

Já Jesus e Oliveira [8] fazem uma comparação dos indicadores custo, mão-de-obra, tempo e precisão. O estudo foi realizado em uma área de aproximadamente 5,71 hectares e também inclui na comparação a utilização de GPS RTK na obtenção das curvas de nível. As tabelas abaixo, obtidas no artigo de Cruz e Perin [13], mostram de forma detalhada os aspectos considerados no estudo.

Tabela 2 – Comparação do tempo gasto com os equipamentos

Etapa	Estação Total	Drone
Levantamento	04h20min	01h43min
Processamento	00h45min	13h30min
Total	05h05min	15h13min

Fonte: Cruz e Perin [13]

Tabela 3 – Comparação do custo da operação com os equipamentos

Recurso	Estação Total	Drone
Equipamento	R\$ 24.915,00	R\$ 9.800,00
Software	R\$ 3.500,00	R\$ 11.725,00
Mão de obra	R\$ 3.600,00	R\$ 600,00
Total	R\$ 32.015,00	R\$ 22.125,00

Fonte: Cruz e Perin [13]

3.4 Uso e Manutenção

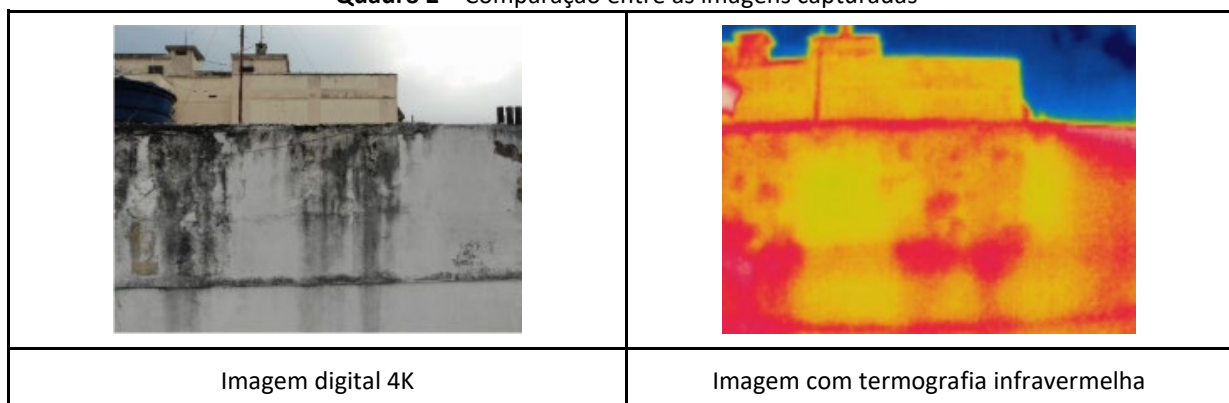
Ainda no contexto de veículos aéreos não tripulados, percebe-se que sua utilização também implica em vantagens para edificações cuja construção já foi concluída. Dessa forma, observa-se um grande emprego dessa tecnologia em variados processos de manutenção, como limpeza de vidros cujo acesso é dificultado, velocidade de contato para

ações de segurança do trabalho, e inspeções de fachadas, barragens, estruturas de concreto armado etc.

A aplicação de drones para inspeção visual de fachadas prediais foi o objeto de estudo de Stolz *et al* [9]. Esta pesquisa, além de trazer o estado da arte da aplicação desta tecnologia como ferramenta de auxílio em inspeções de fachadas prediais, detalha a utilização de um Drone DJI Mavic 2 Enterprise Dual na inspeção visual das fachadas de uma edificação com revestimento argamassado e em pastilhas cerâmicas. A aeronave, que gera imagens digitais em resolução 4K, também é equipada com uma câmera de termografia infravermelha, que mostra a temperatura da fachada ao longo de sua superfície.

Os resultados mostraram que a termografia possui potencial para suprir uma das principais desvantagens da inspeção visual: sua incapacidade para atestar a segurança de fachadas cujo revestimento é aderido ao substrato. Tradicionalmente, os laudos necessitam de avaliações complementares, como o teste à percussão, para confirmar a existência de descolamentos do revestimento. Com isso, uma significativa diferença de temperatura na superfície da fachada poderia indicar áreas com esta manifestação patológica. As imagens abaixo comparam as imagens digitais e termográficas da mesma região:

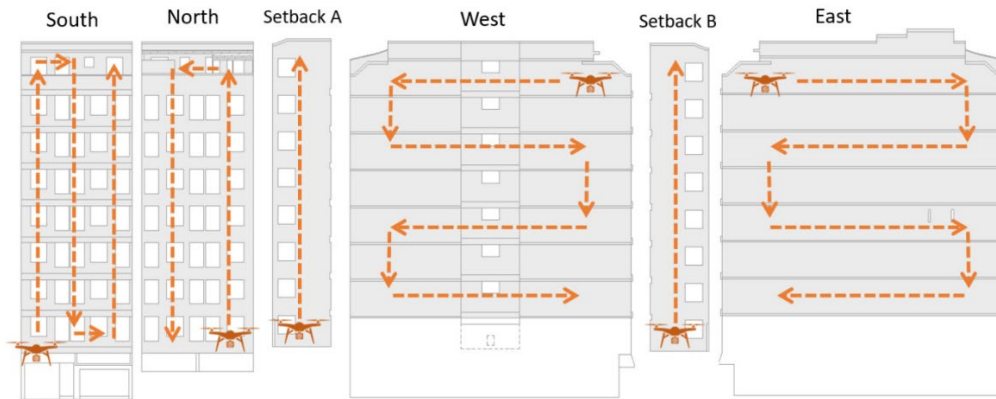
Quadro 2 – Comparação entre as imagens capturadas



Fonte: Stolz *et al* [9]

Outro aspecto destacado pelos autores foi a proposta de varredura para a captura das imagens em sequência ao longo das fachadas. Segundo o artigo, o sequenciamento deveria ser paralelo à maior dimensão da fachada, ou seja, em prédios mais esbeltos deve-se seguir a varredura em faixas vertical, sendo o oposto para prédios mais horizontalizados. A imagem que mostra o caminho percorrido pelo equipamento durante a operação é mostrada na figura abaixo:

Figura 2 – Caminho percorrido pelo drone ao longo das fachadas



Fonte: Stolz *et al* [9]

Por fim, destacam-se como principais vantagens do uso desta tecnologia, em relação ao processo tradicional, a velocidade na obtenção das imagens para a inspeção, a redução de custos operacionais - aluguel de balancins ou andaimes - e redução de riscos de segurança do trabalho, enquanto as desvantagens citadas foram a baixa autonomia das baterias do equipamento e impossibilidade de acessar alguns locais devido a possíveis interferências eletromagnéticas envolvendo um telhado metálico em uma edificação vizinha.

4 Considerações finais

Visto todo o apresentado ao longo do trabalho, pode-se inferir que a evolução das inovações tecnológicas na construção civil tem desempenhado um papel fundamental na busca por maior eficiência, sustentabilidade e redução de custos ao longo do ciclo construtivo. Assim, ferramentas como a metodologia BIM, realidade aumentada, veículos aéreos não tripulados e plataformas de gestão integrada demonstraram um grande potencial na otimização de processos, melhorias dos projetos e elevação dos padrões de controle e fiscalização de obras.

Por outro lado, a incorporação dessas tecnologias ainda enfrenta uma série de desafios, como a resistência à mudança por parte de empresas e profissionais, elevados custos de implantação e a necessidade de capacitação para a correta aplicação das ferramentas. Além disso, a adaptação às novas regulamentações do setor exige um esforço contínuo por parte dos stakeholders, sendo essencial a colaboração entre instituições acadêmicas, órgãos reguladores e o mercado da construção civil.

Diante disso, este estudo reforça a necessidade de uma cooperação entre empresas, universidades e órgãos reguladores para fomentar a adoção de inovações tecnológicas no dia a dia da construção civil. Dessa forma, a adoção de novas ferramentas e metodologias deve ser acompanhada de um planejamento estratégico que permita a superação das barreiras existentes e a maximização dos benefícios proporcionados pela modernização do setor. O futuro da construção civil dependerá da capacidade do setor em integrar essas inovações de maneira eficiente, garantindo maior competitividade, sustentabilidade e qualidade nas edificações.

Referências

- [1] CARVALHO, F, M, A.; TEIXEIRA, L, P. A. **A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira**. Viçosa, 2005.
- [2] FRANCKLIN JUNIOR, I.; AMARAL, T, G. **Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil**. Minas Gerais, 2008.
- [3] BRITO, B. L. *et al.* **Estrutura lógica para programação generativa em BIM aplicada a estimativas preliminares de custo**. Bahia, 2018
- [4] SOUZA, M, R. **Análise sobre método de dimensionamento automático em projetos de água fria através de plataforma BIM (Modelagem de Informação da Construção) utilizando o software Autodesk Revit 2021 com plugin Revit MEP**. Ilha Solteira, 2023.
- [5] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626: Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 2020.
- [6] CHEUNG, A. B.; LOPES, P. D. S. **Estudo de caso: Aplicação da realidade aumentada utilizando o software Augin**. Mato Grosso do Sul, 2023.
- [7] FERREIRA, G. D. *et al.* **Uso de tecnologias convencionais e avançadas para levantamentos topográficos na construção civil**. Brasil, 2022
- [8] JESUS, H. P.; OLIVEIRA, H. C. **Análise comparativa de levantamentos planialtimétricos: Topografia Convencional, GPS e Drone**. Goiás, 2018.
- [9] STOLZ, Carina *et al.* **Assessment of Staining Patterns in Facades Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) and Infrared Thermography**. Rio de Janeiro, 2024
- [10] RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X. **BIM: Conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências**. São Paulo, 2009.
- [11] EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. New Jersey, 2008.
- [12] COELHO, A. H.; BAHR, H. **Realidade Aumentada Aplicada a Arquitetura e Urbanismo**. Rio de Janeiro, 2007
- [13] CRUZ, J, G, M.; PERIN, J. **Topografia na Construção Civil: Análise comparativa dos levantamentos topográficos realizados por estação total e drone**. Pindamonhangaba, 2022.