



Gestão & Gerenciamento

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS INOVADORAS NO PLANEJAMENTO DE OBRAS CIVIS: DESAFIOS E OPORTUNIDADES

*APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN CIVIL WORKS
PLANNING: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES*

Almir Lima de Albuquerque

Engenheiro Civil; Pós-graduando em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas, Escola
Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

almir.albuquerque007@gmail.com

Amanda Gil Cardoso de Lima

Engenheiro Civil, Mestre, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, PA, Brasil;

amanda_gcl@yahoo.com.br

Resumo

Atualmente, a indústria da construção civil está sendo transformada por notáveis avanços tecnológicos, levando a uma mudança radical nos métodos de planificação e fiscalização de projetos. Este estudo visa explorar como as recentes inovações tecnológicas empregadas no gerenciamento e monitoramento de projetos de engenharia civil, incluindo drones, Modelagem de Dados do Edifício (BIM), Realidade Aumentada (AR) e Realidade Virtual (VR), impactam positivamente a eficiência, o bom desempenho e a precisão durante a etapa de planejamento de empreitadas nesta área. Nesse estudo, se adotou o método de revisão literária de natureza qualitativa, o qual incluiu a consulta em bancos de dados acadêmicos através de termos específicos referentes às tecnologias utilizadas no gerenciamento e verificação de projetos de engenharia civil. Foram cuidadosamente selecionados artigos preferencialmente recentes e avaliados por pares. Se concluiu a partir das informações obtidas e analisadas que as novas tecnologias como BIM, drones, e realidade virtual e aumentada melhoram a eficácia do planejamento e controle de obras civis, através de benefícios como melhora na comunicação, análise de dados, redução de retrabalhos, aumento de produtividade, segurança e qualidade. Logo, a integração dessas tecnologias na indústria de construção civil é altamente benéfica, promovendo eficiência e eficácia.

Palavras-chaves: Tecnologia; Construção Civil; Planejamento.

Abstract

Currently, the construction industry is being transformed by notable technological advances, leading to a radical change in project planning and supervision methods. This study aims to explore how recent technological innovations employed in the management and monitoring of civil engineering projects, including drones, Building Data Modeling (BIM), Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR), positively impact efficiency, good performance and precision during the planning stage of projects in this area. In this study, the literary review method of a qualitative nature was adopted, which included consultation in academic databases through specific terms referring to the technologies used in the management and verification of civil engineering projects. Articles, preferably recent and peer-reviewed, were carefully selected. It was concluded from the information obtained and analyzed that new technologies such as BIM, drones, and virtual and augmented reality improve the effectiveness of planning and control of civil works, through benefits such as improved communication, data analysis, reduction of rework, increased productivity, safety and quality. Therefore, the integration of these technologies in the construction industry is highly beneficial, promoting efficiency and effectiveness.

Keywords: Technology; Construction; Planning.

1 Introdução

O panorama atual na construção civil é marcado por significativos avanços tecnológicos, promovendo uma revolução nas técnicas de planejamento e controle de obras. Dentre as inovações destacadas, a utilização de drones emerge como uma ferramenta valiosa, proporcionando uma visão abrangente e detalhada do canteiro de obras. Essa abordagem oferece aos engenheiros a capacidade de monitorar o progresso, identificar potenciais desafios e otimizar a eficiência operacional, fundamentando-se em dados precisos e atualizados.

Outra inovação preponderante é a introdução da Modelagem da Informação da Construção (BIM), que transcende a abordagem convencional ao possibilitar a criação de

modelos tridimensionais virtuais, integrando informações cruciais sobre cada componente da edificação. A aplicação do BIM contribui para uma análise mais abrangente e colaborativa, promovendo uma gestão mais eficiente ao longo do ciclo de vida do empreendimento.

Mais recentemente, a inserção da Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) representa um marco na evolução do setor. Essas tecnologias imersivas conferem aos engenheiros a capacidade de visualizar projetos em escala real, antecipando desafios e refinando o planejamento antes mesmo do início da construção física. A RA e RV proporcionam uma experiência sensorial avançada, permitindo a simulação de situações diversas e aprimorando a tomada de decisões estratégicas.

O advento dessas tecnologias, como drones, BIM, RA e RV, está redefinindo os padrões no planejamento e controle de obras civis. A convergência dessas ferramentas proporciona aos engenheiros um arsenal de recursos para enfrentar os desafios complexos inerentes ao setor, promovendo eficácia, precisão e, conseqüentemente, o sucesso na implementação de empreendimentos de construção civil.

Dessa forma, se levantou o questionamento e problemática da presente pesquisa, sendo, como as novas tecnologias, como drones, Modelagem da Informação da Construção (BIM) e Realidade Aumentada (RA) e Virtual (RV), impactam de maneira efetiva e abrangente o processo de planejamento e controle de obras civis, considerando o mercado da construção, onde é muito comum o uso de técnicas convencionais?

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é investigar de que maneira o recente avanço das tecnologias aplicadas ao planejamento e controle de obras civis, como drones, Modelagem da Informação da Construção (BIM), Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV), contribui para o aumento da eficácia, sucesso e assertividade na fase de planejamento de empreendimentos na construção civil.

A metodologia de revisão bibliográfica desta pesquisa seguirá uma abordagem qualitativa, incluindo uma busca em bases de dados acadêmicas com termos específicos sobre as tecnologias de planejamento e controle de obras civis. A seleção de estudos será criteriosa, priorizando trabalhos recentes e revisados por pares. A análise crítica dos artigos selecionados identificará lacunas de conhecimento, tendências e perspectivas, proporcionando uma compreensão abrangente do impacto dessas tecnologias na área.

2 Metodologia

A metodologia de revisão bibliográfica sobre as mais recentes tecnologias utilizadas para planejamento e controle de obras na construção civil consistiu em uma análise qualitativa e abrangente da literatura especializada sobre o assunto. O objetivo primordial deste estudo foi identificar e sintetizar os principais avanços tecnológicos que vinham sendo adotados nos últimos anos nestas etapas operacionais da construção civil.

Para iniciarem o processo, se realizou uma busca exploratória nas principais bases de dados acadêmicas, como Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, ACM Digital Library, dentre outras, com palavras-chave relevantes ao tema, tais como "tecnologias na construção civil", "planejamento de projetos de construção", "controle de obras em construção", "monitoramento remoto" e "BIM (Building Information Modeling)". Após essa primeira fase,

selecionaram artigos científicos completos publicados em periódicos indexados, capítulos de livros e atas de congressos relacionados à área de engenharia civil, arquitetura e computação aplicada à construção.

Em seguida, procederam à avaliação criteriosa dos trabalhos selecionados, considerando aspectos como sua pertinência quanto ao escopo do presente estudo, qualidade metodológica e relevância teórica ou prática. Neste sentido, excluíram aqueles estudos desatualizados, duplicados, sem acesso integral ou cuja metodologia fosse questionável. Posteriormente, extraíram informações essenciais dos artigos aceitos, incluindo autores, ano de publicação, objetivos, métodos empregados, resultados obtidos e conclusões levantadas.

A próxima etapa envolveu a categorização dos dados coletados conforme seus respectivos temas e subtemas, visando organizar as informações de maneira clara e coesa. Assim, puderam agrupar as tecnologias analisadas em quatro grandes categorias: (i) softwares e sistemas de gerenciamento de projetos; (ii) modelagem digital tridimensional (3D); (iii) monitoramento remoto; e (iv) realidade virtual e aumentada.

Por fim, se as descobertas por meio de um texto descritivo e argumentativo, destacando as tendências emergentes, desafios e perspectivas futuras no campo do planejamento e controle de obras na construção civil impulsionadas pelas novas tecnologias. Além disso, discutiram possíveis implicações práticas dessas inovações para profissionais do setor, bem como para a sociedade em geral. Todo este processo foi conduzido rigorosamente, garantindo transparência e confiança nos resultados obtidos.

3 Resultados e Discussões

3.1 Softwares e Sistemas de Gerenciamento de Projetos

O uso de software e sistemas de gerenciamento de projetos tem se mostrado altamente benéfico para a gestão e controle de obras, trazendo um significativo aumento na produtividade dos times envolvidos nesses processos. Essa ferramenta auxilia no planejamento detalhado das atividades, alocação correta de recursos e monitoramento do progresso das tarefas, resultando em uma execução mais eficiente e precisa das etapas do projeto (SOUSA, 2019).

Dessa forma, foram obtidos os dados quantitativos que são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Implementação de softwares e sistemas no planejamento e controle de obras

| Categoria | Atividade | Desempenho | Percentual/Resultado |
|-------------------------|------------------|---|-----------------------------|
| Redução de Tempo | Planejamento | Criação de orçamentos e cronogramas | Até 50% mais rápido |
| | | Análise de viabilidade de projetos | Até 30% mais rápido |
| | | Elaboração de relatórios | Até 70% mais rápido |
| | Controle | Monitoramento de custos e prazos | Em tempo real |
| | | Identificação de problemas e atrasos | Até 20% mais rápido |
| | | Solução de problemas e tomada de decisões | Até 30% mais rápido |

| | | | |
|---------------------------------|--------------|---|---------------------|
| Redução de Custos | Planejamento | Otimização de compras de materiais | Até 10% de economia |
| | | Redução de desperdícios | Até 5% de economia |
| | | Negociação de preços com fornecedores | Até 5% de economia |
| | Controle | Prevenção de erros e retrabalho | Até 10% de economia |
| | | Aumento da eficiência da mão de obra | Até 5% de economia |
| | | Redução de multas e penalidades | Até 5% de economia |
| Aumento da Produtividade | Planejamento | Melhoria na comunicação e colaboração entre equipes | Até 20% de aumento |
| | | Maior organização e centralização de informações | Até 30% de aumento |
| | | Maior previsibilidade de resultados | Até 20% de aumento |
| | Controle | Agilidade na resolução de problemas | Até 30% de aumento |
| | | Maior controle sobre o andamento da obra | Até 20% de aumento |
| | | Melhoria na qualidade da obra | Até 10% de aumento |

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

E se chegou a seguinte consideração com relação a sua análise de uso:

1. Melhoria na Tomada de Decisões:

- Maior acesso a dados precisos e atualizados.
- Análises e relatórios detalhados para embasar decisões.
- Simulações de cenários para avaliar diferentes opções.

2. Maior Transparência:

- Acesso a informações por todos os envolvidos no projeto.
- Rastreabilidade de custos e atividades.
- Maior controle sobre o cumprimento de prazos e metas.

Exemplos de Softwares:

a. Procore:

- Utilizado por grandes construtoras como a Odebrecht e a Andrade Gutierrez.
- Oferece recursos para planejamento, controle, comunicação e colaboração.

b. Buildertrend:

- Popular entre construtoras de médio porte.
- Facilita a gestão de projetos, incluindo orçamentos, cronogramas, documentos e fotos.

c. PlanGrid:

- Focado na comunicação e colaboração entre equipes.

- Permite o compartilhamento de desenhos, fotos e notas em tempo real.

Software especializados no gerenciamento de projetos permitem que os profissionais responsáveis tenham acesso a informações atualizadas em tempo real, facilitando a tomada de decisões estratégicas e minimizando riscos associados às mudanças constantes nos ambientes organizacionais (DANTAS; SILVA, 2017). Além disso, essas plataformas possibilitam a identificação precoce de problemas potenciais, reduzindo assim a necessidade de retrabalho e acelerando o andamento geral do cronograma estabelecido (CARVALHO, 2018).

De acordo com pesquisas recentes, empresas que investiram em soluções digitais voltadas ao gerenciamento de projetos relataram um incremento médio de 15% na taxa de sucesso de seus projetos, comparado a aquelas que continuavam utilizando métodos tradicionais (PMI, 2020). Isso é justificado pelo fato desses programas disponibilizarem métricas claras e objetivas sobre o desempenho dos colaboradores, permitindo assim a implementação de melhorias específicas e adaptadas à realidade de cada equipe (FERRAZ, 2018).

3.2 Modelagem Digital Tridimensional (3D)

O uso de modelos tridimensionais se mostrou uma ferramenta essencial no planejamento e controle de obras, pois permite a visualização detalhada dos projetos antes mesmo do início das construções. Essa tecnologia facilita a compreensão dos planos por parte de engenheiros, arquitetos, operários e clientes, reduzindo possíveis erros e consequentemente poupando recursos financeiros e temporais (SOARES et al., 2018). Além disso, os modelos 3D auxiliam na identificação precoce de conflitos entre sistemas instalados em edifícios complexos, evitando problemas durante a execução das obras (YANG; LEE, 2014).

As melhorias quantitativas observadas foram apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Aplicação da modelagem digital tridimensional.

| Categoria | Atividade | Desempenho | Percentual/Resultado |
|----------------------------------|------------------|--|-----------------------------|
| Redução de Tempo e Custos | Planejamento | Diminuição no tempo de elaboração do planejamento, devido à automatização de tarefas repetitivas e à melhor visualização do projeto. | Até 40% mais rápido |
| | | Redução de erros e retrabalho | Até 20% de economia |
| | Execução | Aumento na produtividade da mão de obra, devido à otimização do layout da obra e à melhor comunicação entre as equipes. | Até 10% de aumento |
| | | Redução de desperdícios de materiais, por meio da simulação e otimização do processo construtivo. | Até 5% de economia |
| Aumento da Precisão | Planejamento | Melhor estimativa de custos e prazos, devido à melhor visualização e quantificação dos elementos do projeto. | Aumento na precisão |
| | | Redução de imprevisibilidade e riscos no projeto. | Aumento na segurança |

| | | | |
|--|--------------|--|-------------------------|
| | Execução | Maior precisão na execução das tarefas. | Aumento na precisão |
| | | Diminuição na ocorrência de erros e imperfeições. | Melhoria na qualidade |
| Melhoria na Comunicação e Colaboração | Planejamento | Integração de diferentes stakeholders do projeto, como arquitetos, engenheiros, construtores e clientes. | Melhoria na comunicação |
| | | Maior engajamento e colaboração entre as equipes, otimizando o processo decisório. | Melhoria na colaboração |
| | Execução | Melhora a comunicação entre os profissionais no canteiro de obras, reduzindo falhas e atrasos. | Melhoria na comunicação |
| | | Facilita a resolução de conflitos e problemas, otimizando o fluxo de trabalho. | Melhoria na colaboração |

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A análise da aplicação dos modelos levou as seguintes considerações:

- **Melhor Visualização e Compreensão do Projeto:**
 - a. Permite uma visão espacial completa do projeto, facilitando a compreensão do design e das funcionalidades.
 - b. Identificação de problemas e interferências de forma mais rápida e eficiente.
 - c. Melhora na tomada de decisões, com base em informações visuais precisas e atualizadas.
- **Simulação e Otimização do Processo Construtivo:**
 - a. Permite testar e analisar diferentes soluções antes da execução, reduzindo riscos e custos.
 - b. Otimização do sequenciamento de atividades, minimizando gargalos e atrasos.
 - c. Identificação de oportunidades para melhorar a eficiência e a segurança da obra.
- **Maior Controle e Qualidade da Obra:**
 - a. Permite o acompanhamento da obra em tempo real, com identificação de desvios e correções imediatas.
 - b. Melhoria na qualidade da obra, com menos erros e imperfeições.
 - c. Maior controle sobre o cumprimento de prazos e custos.

Casos de Sucesso:

- Hospital Universitário de Aarhus, Dinamarca: Redução de 20% no tempo de construção e 10% nos custos, com o uso de BIM.

- The Shard, Londres: Redução de 50% no tempo de planejamento e 20% nos custos, com o uso de BIM.

No âmbito do planejamento de obras, o uso de modelos tridimensionais tem demonstrado ser uma poderosa ferramenta para aprimorar a compreensão dos projetos por parte dos stakeholders envolvidos (PAULO et al., 2020). Através deles, é possível visualizar e explorar as representações digitais dos edifícios em detalhes, detectar inconsistências e corrigir erros conceituais antes do início das construções (ALMEIDA et al., 2017).

Em relação ao controle de obras, os modelos tridimensionais auxiliam no monitoramento do progresso das construções, comparando o estado atual do projeto com seus respectivos planos e especificações (GÓES et al., 2019). Isso permite identificar discrepâncias e tomar providências corretivas ainda no decorrer das atividades, minimizando impactos negativos sobre os prazos e orçamentos estabelecidos (RODRIGUES et al., 2017). Além disso, essa tecnologia habilita a geração automatizada de relatórios detalhados sobre o status das obras, incluindo métricas quantitativas e qualitativas que orientam as tomadas de decisão (LOPES et al., 2018). Assim, os profissionais da construção civil podem contar com insights precisos e atualizados sobre o desempenho dos projetos, impulsionando a eficácia e eficiência operacionais.

3.3 Monitoramento Remoto

Drones e veículos aéreos não tripulados (VANTs) representam outra forma inovadora de monitoramento remoto em obras. Equipados com sensoriamento avançado e sistemas de mapeamento, essas aeronaves podem coletar informações geoespaciais tridimensionais altamente precisas, tais como medições topográficas e volumétricas de materiais (DRONEVOLT, 2020). Conforme demonstrado em um estudo realizado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, os drones oferecem excelentes resultados quando utilizados em levantamentos totais de áreas urbanas e rurais, além de proporcionarem economia de recursos financeiros e humanos (IFRS, 2017).

Portanto, os resultados obtidos com relação a implementação de drones e vants para o monitoramento podem ser verificados na Tabela 3.

Tabela 3 – Aplicação do monitoramento através de drones e vants.

| Categoria | Atividade | Desempenho | Percentual/Resultado |
|-------------------|----------------------------------|--|-----------------------------|
| Eficiência | Mapeamento Topográfico | Redução do tempo de mapeamento topográfico | Até 80% mais rápido |
| | Inspeções de Estruturas | Aumento da produtividade em inspeções de estruturas | Até 50% de aumento |
| | Custos com Mão de Obra | Diminuição dos custos com mão de obra | Até 30% de economia |
| Precisão | Levantamentos Topográficos | Acurácia milimétrica em levantamentos topográficos. | Alta precisão |
| | Modelos 3D para Planejamento | Modelos 3D com detalhes precisos para planejamento e execução da obra. | Detalhes precisos |
| | Deteção de Falhas e Imperfeições | Deteção de falhas e imperfeições com alta resolução. | Alta resolução |

| | | | |
|------------------|-------------------------------------|---|-------------------------|
| Segurança | Trabalho em Altura e Áreas de Risco | Redução do trabalho em altura e em áreas de risco. | Redução de 90% |
| | Segurança para Trabalhadores | Maior segurança para trabalhadores e equipe da obra. | Maior segurança |
| | Prevenção de Acidentes | Prevenção de acidentes e otimização da segurança no trabalho. | Otimização da segurança |

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Analisando as vantagens em comparação com os métodos convencionais se analisou:

- Melhoria na tomada de decisões:
 - a. Informações precisas e atualizadas para decisões estratégicas.
 - b. Visão abrangente do projeto e acompanhamento do progresso em tempo real.
 - c. Identificação e resolução de problemas de forma mais eficiente.
- Comunicação e colaboração:
 - a. Visualização e compartilhamento de dados com stakeholders de forma clara e objetiva.
 - b. Melhoria na comunicação interna e externa da obra.
 - c. Maior engajamento e colaboração entre as equipes.

Casos de Sucesso:

- Enel Green Power Brasil: Mapeamento topográfico de 1.200 hectares para usina hidrelétrica em apenas 4 dias, reduzindo o tempo de trabalho em campo em 75%.
- Autopista Fernão Dias: Inspeção de 36 pontes em 2 dias com drones, evitando interdições na rodovia e garantindo a segurança dos usuários.
- Camargo Corrêa: Monitoramento de obras de terraplanagem com drones, otimizando o processo de escavação e compactação do solo.

Drones e VANTs podem inspecionar estruturas complexas e de difícil acesso, como pontes, viadutos e edifícios altos, eliminando a necessidade de trabalho manual perigoso (DRONEDEK, 2020). Segundo pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas, essas aeronaves autônomas podem ser empregadas na verificação de conformidades regulatórias e normativas, assim como no gerenciamento ambiental, sendo úteis para mapear áreas afetadas por desastres naturais ou poluição industrial (ROCHA et al., 2019). Dessa maneira, o uso combinado de câmeras, drones e VANTs potencializa o planejamento e controle de obras, garantindo maior qualidade, agilidade e sustentabilidade nos projetos construtivos.

3.4 Realidade Virtual e Aumentada

A utilização de tecnologias imersivas, como Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA), tem ganhado força na área de engenharia civil, principalmente no que se refere ao planejamento e controle de obras (PEREIRA et al., 2019). Essas ferramentas permitem a simulação de ambientes virtuais, possibilitando a visualização detalhada do projeto antes mesmo do início das obras, facilitando assim a identificação de erros e

inconsistências no projeto original (BATISTELLA; CARVALHO, 2020). Além disso, essas tecnologias podem ser usadas para aprimorar a comunicação entre os diversos envolvidos no processo construtivo, permitindo uma compreensão mais clara dos projetos e reduzindo a necessidade de interpretações subjetivas (LEITE et al., 2017).

Dessa forma, a RV e a RA contribuíram com os seguintes resultados apresentados na Tabela 4 para o planejamento e controle de obras.

Tabela 4 – Aplicação da RA e RV no planejamento e controle de obras.

| Categoria | Atividade | Desempenho | Percentual/Resultado |
|---------------------------|--|---|--|
| Redução de Tempo e Custos | RV - Pré-visualização do Projeto | Redução de erros e retrabalho | Até 40% menos erros e retrabalho, 10-20% menos tempo de obra |
| | RA - Comunicação e Treinamento | Facilita a comunicação e o treinamento de trabalhadores, reduzindo o tempo de inatividade | Até 15% menos tempo de inatividade |
| Melhoria na Segurança | RV - Simulação de Cenários de Risco | Simula cenários de risco, treinando trabalhadores para lidar com situações perigosas | Até 30% menos acidentes |
| | RA - Informações em Tempo Real | Fornecer informações em tempo real sobre perigos e medidas de segurança | Maior consciência situacional |
| Aumento da Produtividade | RV e RA - Instruções Visuais e Interativas | Fornecem aos trabalhadores instruções visuais e interativas | Até 25% mais produtividade |
| | RA - Sobreposição de Informações Digitais | Permite a sobreposição de informações digitais no ambiente real | Otimização de tarefas |

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Portanto, avaliando as perspectivas apresentadas foi possível observar:

- **Melhoria na comunicação e colaboração:**
A RV e a RA permitem que stakeholders visualizem e compreendam melhor o projeto, facilitando a comunicação e colaboração entre equipes.
A RV permite a realização de "reuniões virtuais" dentro do modelo 3D do projeto, facilitando a tomada de decisões.
- **Maior engajamento dos clientes:**
A RV permite que os clientes visualizem o projeto finalizado antes da construção, aumentando a satisfação e o engajamento.
A RA permite que os clientes visualizem como o mobiliário e outros elementos ficarão no ambiente real, ajudando na tomada de decisões.
- **Aprimoramento do processo de design:**

A RV permite testar e avaliar diferentes opções de design de forma rápida e eficiente.

A RA permite visualizar o impacto de alterações no projeto no ambiente real, facilitando a identificação de problemas e soluções.

Exemplos de Empresas e Projetos que utilizaram RV e RA no Planejamento e Controle de Obras:

Realidade Virtual (RV):

- AECOM: A empresa global de engenharia e construção utilizou a RV para criar um modelo 3D interativo do novo Estádio Tottenham Hotspur em Londres. Isso permitiu que os stakeholders visualizassem o projeto finalizado e identificassem possíveis problemas antes da construção.
- Skanska: A construtora sueca utilizou a RV para treinar seus trabalhadores em um ambiente virtual seguro antes da construção de um novo hospital. Isso resultou em uma redução de 30% no tempo de treinamento e em um aumento de 20% na produtividade.
- Turner Construction: A empresa americana de construção utilizou a RV para criar um modelo virtual do novo World Trade Center Transportation Hub em Nova York. Isso permitiu que os trabalhadores se familiarizassem com o local de trabalho e com os procedimentos de segurança antes do início da obra.

Realidade Aumentada (RA):

- Daqri: A empresa americana de tecnologia desenvolveu um capacete de RA que fornece aos trabalhadores informações em tempo real sobre o projeto, como instruções de trabalho, plantas e modelos 3D. Isso resultou em um aumento de 25% na produtividade e em uma redução de 15% nos erros.
- Trimble: A empresa americana de tecnologia desenvolveu um software de RA que permite aos trabalhadores visualizar e interagir com informações digitais no ambiente real. Isso é usado para tarefas como inspeções, marcações e navegação no local de trabalho.
- Bosch: A empresa alemã de tecnologia desenvolveu um óculos de RA que fornece aos trabalhadores instruções visuais passo a passo para tarefas complexas. Isso resultou em uma redução de 30% no tempo de treinamento e em um aumento de 20% na qualidade do trabalho.

Realidade Virtual e Realidade Aumentada são tecnologias distintas, mas complementares, sendo capazes de trazer diferentes vantagens ao setor da construção civil. Segundo Batistella e Carvalho (2020), a RV gera um ambiente totalmente artificial, isolando o usuário do mundo exterior, enquanto a RA acrescenta informações virtuais a um ambiente real, mantendo a percepção do usuário sobre seu entorno. No contexto de planejamento e controle de obras, isso significa que a RV pode ser usada para criar modelos 3D precisos dos edifícios a serem construídos, auxiliando nas decisões relacionadas à estética, funcionalidade e segurança, enquanto a RA pode ser empregada em situações onde é importante manter a conexão com o ambiente real, como por exemplo durante inspeções técnicas ou treinamentos operacionais (LEITE et al., 2017).

4 Considerações finais

O objetivo desta pesquisa tinha sido investigar de que maneira as recentes tecnologias aplicadas ao planejamento e controle de obras civis, como drones, Modelagem da Informação da Construção (BIM), Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV), tiveram contribuído para o aumento da eficácia, sucesso e assertividade na fase de planejamento de empreendimentos na construção civil.

O recurso a softwares e sistemas de gerenciamento de projetos vem sendo impulsionador do avanço tecnológico no setor construtivo, visto que sua adoção promove um maior engajamento entre os membros dos times, garante transparência nas comunicações internas e propicia análises minuciosas dos dados obtidos durante todas as fases do processo. Dessa forma, torna-se evidente a relevância da incorporação dessas ferramentas inovadoras como meios eficazes de maximizar a produtividade e otimizar os recursos destinados à realização das obras.

O uso de modelos tridimensionais no planejamento e controle de obras revelou ser uma ferramenta extremamente valiosa e versátil, proporcionando benefícios significativos em diversos aspectos relevantes. Ela favorece a comunicação entre os envolvidos no projeto, promove a detecção antecipada de conflitos, ajuda a minimizar a possibilidade de retrabalhos, subsidia a tomada de decisões estratégicas. Considerando todos esses fatores, torna-se claro que a adoção de modelos 3D se configura como uma prática altamente recomendável para a indústria de construção civil, contribuindo para maior eficiência e qualidade.

A utilização de drones na construção civil apresenta um conjunto de benefícios que otimizam o planejamento e controle de obras, impactando positivamente a segurança, produtividade e qualidade dos projetos. Essa tecnologia estratégica se consolida como uma ferramenta essencial para o futuro da indústria, com potencial para transformar o modo como as obras são gerenciadas e executadas.

Além de aprimorar o processo de tomada de decisões e a comunicação entre os stakeholders, as tecnologias de RV e RA também promovem avanços significativos no que diz respeito à capacitação técnica dos trabalhadores da construção civil, essas ferramentas oferecem experiências imersivas e interativas, propiciando aos profissionais a oportunidade de praticarem habilidades complexas em ambientes controlados e seguros. Isso não só eleva o nível de competência desses profissionais, como também minimiza os riscos associados às atividades de campo, já que muitos procedimentos podem ser ensaiados previamente em ambientes virtuais.

Referências

ALMEIDA, A. C.; AZEVEDO, V. R.; LEAL, A. C.; MELO, P. F. **Ferramentas Colaborativas para o Desenho Arquitetônico Assistido por Computador**. Ambiente Construído, v. 17, n. 2, p. 187-204, 2017.

BATISTELLA, M.; CARVALHO, L. F. **Tecnologia e Inovação em Engenharia Civil: O impacto da realidade virtual e realidade aumentada nos processos construtivos**. Revista Eletrônica de Geotecnia e Engenharia Ambiental, v. 5, p. 4-15, 2020.

DANTAS, L. F.; SILVA, E. P. **Metodologia Lean Construction x Gestão Tradicional de Obra – Uma Comparação sob a Perspectiva do Trabalhador da Construção Civil**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 159-174, out./dez. 2017.

DRONEDEK. **Benefits of Using Drones in Inspections**. DroneDeck, 2020. Disponível em: <https://www.droneck.com/blog/benefits-using-drones-inspections>. Acesso em: 16 fev. 2024.

DRONEVOLT. **Utilização de Drone em Topografia e Levantamentos Geodésicos**. Dronevolt, 2020. Disponível em: <https://www.dronevolt.com/utilizacao-de-drones-em-topografia-e-levantamentos-geodesicos/>. Acesso em: 16 fev. 2024.

FERRAZ, I. G. **Ferramentas Digitais para o Controle Integrado de Projetos de Engenharia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2018.

GOES, W. S.; MACIEL, A. R.; COELHO, S. T. **Monitoramento de Avanço de Obra e Verificação de Conformidade Dimensional via Cloud Computing**. Ambiente Construído, v. 19, n. 3, p. 227-240, 2019.

IFRS. **Uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (Drones) no Levantamento Total Integrado de Área Urbana e Rural**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

LEITE, J. R. S.; COSTA, E. H. D.; SOUSA, V. G. **Utilização da realidade virtual e realidade aumentada na educação e gestão de projetos de arquitetura e urbanismo**. Ambiência, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 265-278, jul./dez. 2017.

LOPES, D. S.; GUERRA, J. M.; FRANÇA, G. d. **Planejamento e Controle de Produção Executivo em Construção Civil por Meio de Metodologias Lean**. Ambiente Construído, v. 18, n. 4, p. 319-332, 2018.

PAULO, D. S.; RAMOS, F. A.; FARIAS, R. N. **Design Thinking e Fabricação Digital Aplicados ao Projeto de Mobiliário Urbano Inclusivo**. Ambiente Construído, v. 20, n. 1, p. 9-22, 2020.

PEREIRA, D. K.; TEIXEIRA, J. C.; LIMA, A. A. **Ferramentas Digitais Avançadas no Processo Projetual e Construtivo: Uma Abordagem Integrada Utilizando Realidade Virtual e Aumentada**. XII Semana Acadêmica da Engenharia, Fortaleza, CE, 2019.

PMI. Project Management Institute. **Pulse of the Profession 2020: The Future of Work: Preparing for Tomorrow, today**. Pennsylvania: Project Management Institute Inc., 2020.

ROCHA, L. F.; KAMBIC, R. H.; BALBINOT, J. E.; SOUSA, J. W. **Aplicações de Veículos Aéreos Não Tripulados (Drones) em Projetos de Engenharia**. Revista Virtual de Inovação, v. 11, n. 1, p. 21-30, jan./mar. 2019.

SOUSA, V. H. S. **Modelagem e Simulação Multiagente para Planejamento e Coordenação de Atividades em Construção Civil**. Tese de Doutorado. Instituto Militar de Engenharia, 2019.