

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**USO DE REALIDADE AUMENTADA EM EXECUÇÃO DE OBRAS PARA
CONFERÊNCIA DE PROJETOS E INSTALAÇÕES**

SILAS GABRIEL FERREIRA LOPES
JONATHAN DOMICIANO DA SILVA REIS
ORIENTADOR: REGINA DE AMORIM ROMACHELI

GOIÂNIA – GOIÁS
Dez/2025

USO DE REALIDADE AUMENTADA EM EXECUÇÃO DE OBRAS PARA CONFERÊNCIA DE PROJETOS E INSTALAÇÕES

Silas Gabriel Ferreira Lopes¹
Johnathan Domiciano da Silva Reis²
Regina de Amorim Romacheli³

Resumo: A evolução tecnológica tem impulsionado o uso de ferramentas digitais na construção civil, ampliando a precisão e eficiência das atividades desempenhadas dentro do canteiro. Entre essas tecnologias, temos em destaque o *Building Information Modeling* (BIM) e recursos imersivos como a Realidade Aumentada (RA), que tornam a visualização e compreensão dos projetos mais claras e reduzem erros ao integrar modelos digitais a visualização real. A RA se destaca por sobrepor elementos virtuais ao espaço físico, facilitando verificações, compatibilização e tomadas de decisão, reduzindo drasticamente falhas, retrabalho e melhorando a comunicação entre equipes. Este trabalho analisa o uso de RA como apoio à execução e à compatibilização de instalações prediais, além de propor um fluxo para transformar modelos 3D em projeções aplicáveis no canteiro. A metodologia envolve o uso do Revit para modelagem, NavisWorks para compatibilização e exportação em FBX, e o Augin para visualização em realidade aumentada. Pontos de ancoragem com QR Code permitiram maior precisão da visualização da projeção em ambiente real. A percepção dos profissionais foi avaliada por meio de formulário aplicado àqueles que testaram a tecnologia. Os resultados mostram que a RA é uma tecnologia acessível e promissora, capaz de reduzir erros, melhorar a comunicação entre disciplinas e equipes e aumentar a eficiência nos processos construtivos.

Palavras-chave: Sobreposição. Construção civil. Tecnologia. Compatibilização. Câmera. BIM.

USE OF AUGMENTED REALITY IN THE EXECUTION OF WORKS FOR PROJECT AND INSTALLATION CONFERENCE

Abstract: Technological advancements have driven the use of digital tools in civil construction, increasing the precision and efficiency of activities performed on the construction site. Among these technologies, Building Information Modeling (BIM) and immersive resources such as Augmented Reality (AR) stand out, making the visualization and understanding of projects clearer and reducing errors by integrating digital models with real-world visualization. AR excels at overlaying virtual elements onto physical space, facilitating verifications, compatibility, and decision-making, drastically reducing failures and rework, and improving communication between teams. This work analyzes the use of AR to support the execution and compatibility of building installations, and proposes a workflow to transform 3D models into projections applicable on the construction site. The methodology involves the use of Revit for modeling, NavisWorks for compatibility and export in FBX, and Augin for AR visualization. Anchor points with QR codes allowed for greater precision in visualizing the projection in a real-world environment. The professionals' perception was evaluated through a questionnaire administered to those who tested the technology. The results show that AR is an accessible and promising technology, capable of reducing errors, improving communication between disciplines and teams, and increasing efficiency in construction processes.

Keywords: Overlap. Civil construction. Technology. Compatibility. Camera. BIM.

¹ Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS. E-mail: silas2002gabriel@gmail.com.

² Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS. E-mail: johnathanreis.eng@gmail.com.br.

³ Professor/a Titular do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS. Mestre/a em Gestão Econômica do Meio Ambiente pela Universidade de Brasília (UnB). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0261519721180926>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9160-068X>. E-mail: regina.amorim@unigoias.com.

1 - INTRODUÇÃO

Observa-se avanços tecnológicos cada vez mais impressionantes na humanidade, que contribuem, auxiliam e suprimem necessidades e desejos humanos. O intervalo entre evoluções e surgimentos de novas tecnologias expressivas reduzidas a um mero pensamento, refinamento e aperfeiçoamento a um clique de acontecer, reduções drásticas no tempo de realização de tarefas enormes e complexas, o mundo tem se transformado em uma velocidade que muito nem se quer, conseguem acompanhar. A necessidade por especializações, acompanhamento de surgimento de novos avanços tecnológicos têm se tornado obrigatório a aqueles que lutam por um espaço no mercado de trabalho (ELSHAFEY, 2020).

Paralelo a isso, as inovações no setor da construção civil, têm passado por mudanças profundas impulsionadas pelo avanço das novas tecnologias. O surgimento e a consolidação de ferramentas como o Building Information Modeling (BIM), uma das mais recentes e mais importante entre as inovações tecnológicas, as tecnologias com capacidades imersivas, como, a Realidade Virtual (VR), a Realidade Aumentada (AR) e a Realidade Mista (RM), capazes de proporcionar uma integração sem precedentes entre o projeto digital e a execução física. Essas novas tecnologias integradas potencializam a eficiência da visualização e compreensão de projetos em escala e locação real, acompanhamento de execução coerente com o projeto e manutenção de edificações. (KIRNER, 2009)

Estudos recentes demonstram que a sobreposição de informações virtuais sobre a realidade pode auxiliar engenheiros, arquitetos e técnicos na conferência de projetos, no monitoramento de instalações e até mesmo na análise de dados oriundos de sensores em tempo real, contribuindo para tomada de decisões mais assertivas e traçar estratégias de intervenções mais precisas, minimizando os riscos associados às técnicas convencionais de avaliação e manutenção. (KIRNER, 2009)

Diante desse cenário, o presente trabalho propõe investigar e analisar a aplicação da tecnologia de RA como facilitadora na compreensão, execução e manutenção de projetos de construção. Ao articular a necessidade de precisão no alinhamento entre o virtual e o real, este estudo pretende oferecer uma contribuição significativa para a evolução das práticas no setor. Assim, objetiva-se não só melhorar a qualidade dos processos de construção e manutenção, mas também fomentar o desenvolvimento de tecnologias que possam, de maneira sustentável e inovadora, transformar a forma como os profissionais interagem com os modelos digitais e o ambiente construído.

Este trabalho tem como principal objetivo desenvolver um caminho para transformação de uma modelagem 3D de um projeto de engenharia e arquitetura em uma projeção de

Realidade Aumentada (RA) de forma viável a ser utilizada por qualquer pessoa autorizada e, analisar a aplicação dessa tecnologia na construção civil na área de compatibilidade de projetos de instalações.

Devido aos vários desafios que o setor de construção enfrenta, a entrega de projetos tem sido significativamente impactada em termos de eficiência dos processos de construção e qualidade do produto final.

O isolamento das equipes (engenheiros, arquitetos, mestre de obras) que fazem parte do processo de construção tem um efeito cascata no projeto, aonde os problemas vão desde inconsistências na coordenação entre disciplinas envolvidas no projeto até erros durante a execução que podem se traduzir em altos custos de retrabalho que são evitáveis (CHAN, SCOTT e CHAN, 2020).

Chan (2020) destaca que muitos projetos de construção são atrasados e excedem os orçamentos devido à complexidade no planejamento, má gestão de recursos e fatores externos não contabilizados previamente durante a estruturação inicial do projeto que impactam a viabilidade do desenvolvimento correto e adaptado a toda situação presente em obras.

Assim, esta pesquisa se justifica pelo fato de habilitar novas tecnologias na construção que podem introduzir mais eficiência no método e no trabalho nesta construção, ajudando a reduzir erros de execução, reduzir retrabalho futuro, bem como fornecer meios de monitoramento e verificação de projeto/execução.

Pretende-se que com a elaboração de um passo a passo bem estruturado para realização de projeções 3D e treinamento prévio, equipes vinculadas a elaboração de projetos e equipes de execução sejam capazes de usar a plataforma para aumentar a produtividade, diminuir erros e retrabalhos na execução da obra garantindo economia e eficiência na construção.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido utilizando três plataformas principais de suporte ao desenvolvimento e à análise dos dados: Autodesk Navisworks, Autodesk Revit e Augin. Essas ferramentas tecnológicas foram empregadas na elaboração, coordenação e visualização de modelos tridimensionais, bem como na aplicação da Realidade Aumentada (RA) no ambiente do canteiro de obras.

A pesquisa teve como foco avaliar o uso da Realidade Aumentada na detecção, previsão e prevenção de falhas durante a execução de instalações prediais, possibilitando a sobreposição do modelo virtual diretamente no ambiente físico da obra.

Inicialmente, realizou-se a inspeção de um projeto tridimensional compatível com os objetivos do estudo, contendo disciplinas de projeto separadas dentro de um único modelo compatibilizado. O projeto encontrava-se originalmente no formato NWD, desenvolvido na plataforma Autodesk Navisworks. Tentou-se a conversão para o formato RVT, compatível com o Autodesk Revit; entretanto, não foi obtido êxito, uma vez que não há conversores capazes de adaptar adequadamente as instalações entre essas duas plataformas.

Diante dessa limitação, buscou-se uma alternativa para viabilizar a compatibilização do projeto na plataforma de Realidade Aumentada (Augin). Verificou-se que o próprio Navisworks possibilita a exportação do modelo no formato FBX, um dos formatos aceitos pela plataforma Augin. Dessa forma, as disciplinas de interesse — correspondentes às instalações elétricas, hidráulicas e seus respectivos componentes — foram isoladas e convertidas para o formato FBX, possibilitando sua posterior importação no ambiente de RA.

Após a compatibilização do projeto na plataforma Augin, procedeu-se à estruturação do modelo, à verificação da integridade dos elementos em relação ao projeto original e à definição de um ponto de ancoragem. Essa etapa permitiu a visualização da projeção em Realidade Aumentada por meio da câmera de dispositivos móveis. Para a correta ancoragem do modelo, foi utilizado um QR Code gerado pela plataforma, o qual foi impresso e fixado no local previamente definido.

Na etapa seguinte, foram realizados testes com participantes selecionados, aos quais foi apresentada a projeção em Realidade Aumentada, permitindo a identificação de possíveis erros e falhas de projeto. Posteriormente, aplicou-se um questionário individual, com o objetivo de coletar opiniões e sugestões de melhorias.

Metodologicamente, o estudo adotou uma abordagem mista, englobando métodos quantitativos e qualitativos, com caráter exploratório e descritivo. Esse delineamento permitiu:

- **Quantitativo:** coleta e análise de dados numéricos relacionados ao desempenho da ferramenta, como número de incompatibilidades identificadas, tempo de análise e taxa de detecção de falhas.
- **Qualitativo:** análise das percepções dos usuários envolvidos (engenheiros, técnicos e colaboradores da obra), por meio de questionários e observações de campo.

Os dados obtidos foram organizados, analisados e interpretados à luz dos objetivos do estudo, buscando evidenciar a contribuição da Realidade Aumentada como ferramenta de apoio à tomada de decisão e melhoria dos processos executivos.

3 - REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 - Conceituação e Evolução da Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia usada para melhorar a percepção do usuário, incorporando atributos digitais (incluindo imagens, vídeos e elementos 3D) dentro do mundo real através de um dispositivo visual 3D em uma experiência híbrida. Diferente do que a Realidade Virtual (RV) oferece, com uma substituição completa do mundo real pelo ambiente virtual, a RA é mais semelhante à realidade à medida que sobrepõe imagens geradas por computador sobre nossa visão do mundo real. A Realidade Mista (RM) representa um avanço em RA, não apenas sobrepondo informações virtuais, mas também permitindo que os usuários interajam ao mesmo tempo com objetos reais e virtuais, até mesmo a geração holográfica de um objeto (de algum objeto físico) para que ambos possam interagir em tempo real (HAYES e DOWNIE, 2024)

Para a autora Sousa (2024), as primeiras ocorrências de RA ocorreram nas décadas de 1960 e 1970, quando Ivan Sutherland criou as formas mais primitivas de sistemas gráficos de computador, como o Sketchpad (1963), um sistema que, para seu tempo, empregava um desenho mestre e uma interface de usuário que corrigia todos os outros desenhos derivados do mestre, o que acelerou significativamente a possibilidade de ver qualquer conflito de informações. Sua obra-prima que o fez ser reconhecido como o pai da realidade virtual foi o primeiro Display Tridimensional Montado na Cabeça (1968), ou comumente conhecido, o capacete 3D (Fig. 01), um display montado na cabeça do usuário conectado com alguns outros dispositivos que fica de tal forma que o display orientado ao ambiente faz a projeção adaptada ao ambiente perceptível pelo capacete. Com a ajuda de dispositivos móveis, sensores e tecnologias melhoradas de processamento de imagens, a RA alcançou um nível maior de viabilidade e precisão para aplicações práticas. A crescente popularização de câmeras de alta resolução e smartphones e tablets embutidos com poderosos processadores de informações, desempenharam um papel significativo na convergência do ambiente de negócios/RA, o que também inclui a construção civil.

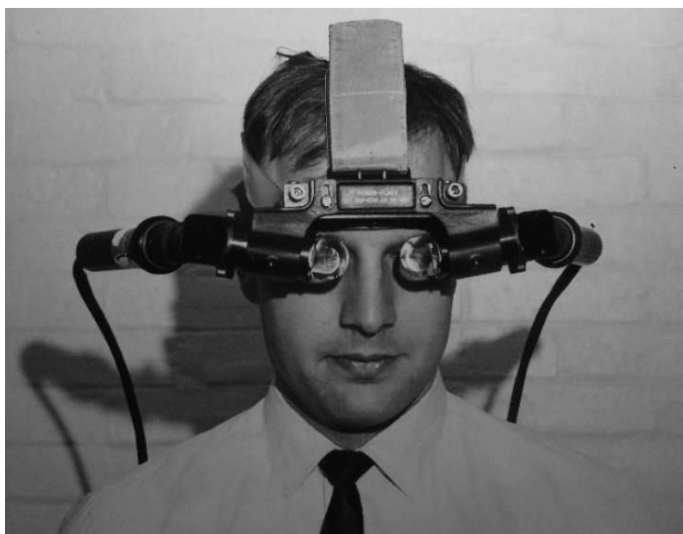


Fig. 01 – Head Mounted Display (HMD) desenvolvido por Ivan Sutherland.
Fonte: SUTHERLAND (1968)

Resumindo, como definido por Ivan Sutherland, de 1997, e que posteriormente continuou a ser comumente referido na área: "A Realidade Aumentada (RA) é uma variação dos Ambientes Virtuais (EV), ou Realidade Virtual (RV), como é mais comumente designada. As tecnologias EV mergulham completamente o utilizador num ambiente sintético. Enquanto está imerso, o utilizador não consegue ver o mundo real à sua volta. Em contrapartida, a RA permite ao utilizador ver o mundo real, com objetos virtuais sobrepostos ou compostos com o mundo real. Por conseguinte, a RA complementa a realidade, em vez de a substituir completamente." - Azuma, R. T. (1997). Esta nova tecnologia que está constantemente evoluindo, ainda mais desde que possui grandes vantagens que continuam a promover interação com o ambiente e influenciar o comportamento humano, tornando-se uma ferramenta essencial que pode ser aplicada por quase todas as indústrias e governos para modernizar processos, bem como tomar decisões efetivas para evitar retrabalho, custos desnecessários e ganhar eficiência entre diferentes atores.

3.2 - Integração da RA na Construção Civil

A maior parte do trabalho no campo enfoca como associar projetos de BIM e tecnologias imersivas podem superar questões relacionadas a alterações de projetos e melhorar decisões em engenharia civil. Grandes autores e principais contribuintes nesta linha de pesquisa são Panya et al. (2023); Du et al. (2018) e Marzouk e Zaher (2015). Este foco em particular sobre estas questões se deve à grande importância relacionada à eficiência da indústria da construção, mas

também devido às vantagens antecipadas da aceitação de novas tecnologias para este domínio (VAN, WONG e ABBASNEJAD, 2025).

RA na construção civil é uma ferramenta emergente com um enorme potencial transformador, uma tecnologia que pode mudar e revolucionar como projetos serão percebidos e realizados num futuro próximo. Esta sobreposição do mundo digital com o mundo real com esta tecnologia torna muito mais claro, mais rápido e mais eficiente identificar quais inconsistências existem entre o que foi projetado e o que foi ou está acontecendo. Wu et al. (2020) ressalta que, esta possibilidade de visualizar o projeto de maneira "ao vivo" ajuda imensamente na eliminação de erros e retrabalhos posteriormente na construção, o que é um grande benefício para qualquer obra.



Fig. 02 – Visualização de cobertura metálica

Fonte: CSD Group Australia

Liu et al. (2021) mostram que a integração de projetos gerados em BIM, por exemplo, Revit, não apenas ajuda a fazer verificações de compatibilidade e revisão de detalhes, mas também leva à detecção de erros e inconsistências de uma maneira muito mais fácil e rápida do que em outros.

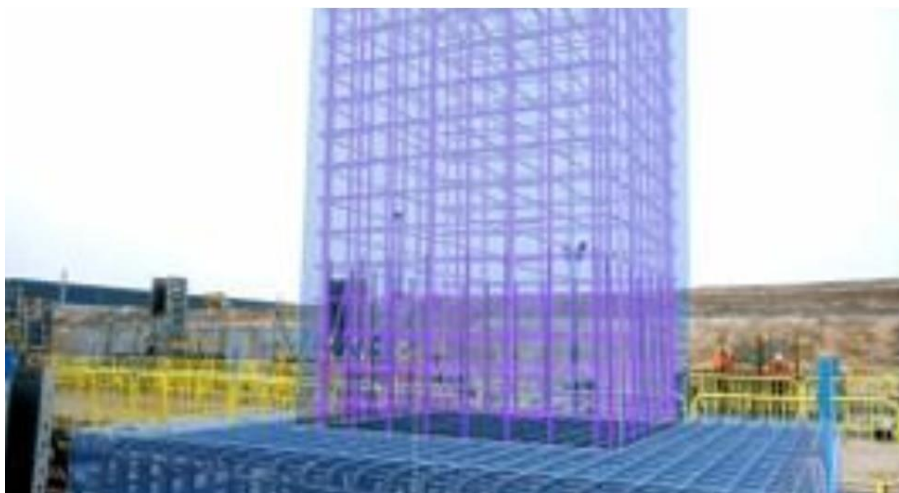


Fig. 03 – Bloco de fundação em RA

Fonte: XyzReality

RA promete mudar completamente o futuro do campo da construção simplesmente por ser capaz de ver, interagir, expandir, corrigir, e muitas outras possibilidades, algumas que ainda nem temos conhecimento de serem possíveis. Além desses potenciais benefícios técnicos, Sacks (2020) enfatiza que a comunicação e a colaboração entre as equipes de projeto e execução (trabalhando em diferentes empresas com interesses diferentes, por exemplo, arquitetos, engenheiros, gerentes de obras e trabalhadores na linha de frente) melhorarão, levando a uma tomada de decisão mais consistente, rápida, legislativa, coordenada e sólida para ambas as partes, de tal forma que leve a uma qualidade superior de entrega de serviço combinada com uma melhor conclusão em tempo hábil e um planejamento melhorado do cronograma de obra.

Apesar de tudo isso, essa tecnologia não está livre de problemas quando se trata de implementação, execuções matemáticas, e, infelizmente, uma parte considerável dos trabalhadores ainda não possui o conhecimento necessário para implementar e manter-se atualizado com novas tecnologias. Ferreira et al. (2020), afirmam que o primeiro passo para resolver esses problemas é buscar uma forma de como treinar adequadamente os usuários e fazer ajustes técnicos de uma maneira que promova um entendimento geral e adaptado. Ainda assim, desafios como esses, são, para muitos profissionais da área, oportunidades de serem facilitadores e uma solução para quase tudo, ajudando no crescimento contínuo da tecnologia. Uma espécie de tecnologia que se tornaria adaptável para todo o campo da construção e uma solução alternativa para se tornar disponível para os colaboradores em geral, fornecendo um aumento significativo na precisão da implementação de projetos bem elaborados.

3.3 - Revit

O Revit é uma ferramenta que revolucionou a forma como os profissionais da construção desenvolvem seus projetos. O ambiente de modelagem paramétrica criado pelo programa garante que qualquer alteração feita em qualquer parte do projeto seja automaticamente refletida em outras visualizações, mantendo assim a informação sempre atualizada e eliminando erros de compatibilidade. Combina diferentes disciplinas, como estruturas, encanamento, instalação elétrica, arquitetura etc., em um único documento, forçando assim alta produtividade e integração de designers e criadores em relação a cada fase das obras de construção individual (GHAFFARIANHOSEINI, 2021).

Além disso, como aponta o autor Becerik-Garber (2020), o Revit integra-se com outras plataformas de modelagem, permitindo um gerenciamento colaborativo mais eficaz e uma fusão para um reino digital que alimenta toda a cadeia produtiva de empreitadas construtivas. Com sua curva evolutiva e capacidade de entrelaçar dados de várias disciplinas, o Revit está posicionado como um componente essencial, e talvez indispensável atualmente para inovação no planejamento e otimização de projetos de construção.

3.4 - Navisworks

O Navisworks é um software da Autodesk criado para facilitar a coordenação e revisão de modelos 3D em projetos de construção (AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção). Ele permite combinar modelos digitais de diferentes disciplinas, detectar interferências, simular cronogramas e colaborar entre equipes para evitar erros antes da execução física (AUTODESK, 2007).

O autor Longo (2024), define que ao longo dos anos, o software evoluiu para suportar melhor interoperabilidade, múltiplos formatos de arquivos e fluxos de trabalho que envolvem BIM, graças à integração com outras ferramentas da Autodesk e com plataformas de nuvem.

Entre suas principais funcionalidades, a própria desenvolvedora, Autodesk, descreve que está incluso:

- A detecção de interferências, identificando conflitos entre elementos (como tubulações atravessando vigas), permitindo correções antecipadas.
- Simulações 4D e 5D, permitindo associar modelos 3D a cronogramas (4D) e custos (5D), visualizando a sequência de construção no tempo com implicações financeiras.
- Quantificação, extraíndo a quantidade de cada um dos materiais diretamente do modelo, auxiliando no planejamento de custos e logística.

- Revisão de modelo e visualização, permitindo navegar pelas disciplinas de projeto (elétrica, esgotamento sanitário, pluvial, entre outros), inspecionar detalhes, visualizar simulações de montagem e gerar animações e medições de acordo com o cronograma de obras.

3.5 - Augin

Uma plataforma desenvolvida por brasileiros que foi lançada em 2019 no Construtech, o maior evento de tecnologia da construção civil no Brasil, o Augin transmite na visão 3D de um projeto para qualquer dispositivo móvel e sistema operacional sem a necessidade de equipamentos adicionais, como óculos de imersão RA. A interface simples do Augin visa democratizar o acesso a esta nova tecnologia (SILVA, ANDRADE e RIBEIRO, 2021).

Como aponta o autor Carvalho (2020), o Augin opera usando algoritmos avançados de rastreamento e mapeamento que analisam constantemente os dados inseridos através da câmera do dispositivo para reconhecer pontos de referência no ambiente. O sistema utiliza esses dados para calibrar e ancorar o modelo digital, de modo que a sobreposição permaneça precisa e estável, mesmo em condições adversas.

3.6 - Modelos teóricos e abordagens metodológicas

Dentro de um aspecto metodológico, Ferreira (2020) argumenta a favor da triangulação de dados com uma abordagem mista (quantitativa e qualitativa), através de observações de campo, entrevistas e questionários de métricas de dados sobre a eficácia da RA (redução de erros, tempo e melhor planejamento) e destaca percepções de usuários e diferentes pontos críticos para melhorar a tecnologia.

O uso claro e objetivo da RA em canteiros de obra é possivelmente a estratégia metodológica mais relevante, dado que o estudo de caso em ambientes reais foi levado à realidade da construção civil e conduzido próximo à observação direta dos usuários finais e a coleta de feedback pessoal, assim, é possível listar pontos positivos, tais como, redução de erros e desafios técnicos, como a falta de estruturação e compatibilização do projeto. Esta estratégia não apenas permite a melhoria instantânea e ajustes das interfaces de aplicação quando surgem dificuldades, mas também garante aos usuários maior adaptabilidade em relação aos processos de construção eficientes (Fan, 2020).

Em conclusão, esta combinação de análise de dados metodológicos garante que, com a produção de resultados e conclusões alcançadas, é possível fornecer uma visão geral da

viabilidade e desafios na implementação desta tecnologia na construção civil e no cenário de melhorias constantes na gestão de projetos.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

A utilização da Realidade Aumentada (RA) como ferramenta de apoio à conferência de projetos e instalações possibilitou identificar avanços significativos na detecção de incompatibilidades, na compreensão das equipes envolvidas e na otimização das etapas de execução. A seguir, apresentam-se os principais procedimentos realizados e os resultados decorrentes de sua aplicação.

Inicialmente, empregou-se o software Autodesk Revit para a modelagem e compatibilização das disciplinas de projeto, com especial atenção à análise das famílias paramétricas e à verificação de possíveis conflitos entre elementos. Após concluída a compatibilização, procedeu-se à preparação do modelo para integração com a plataforma de Realidade Aumentada Augin.

Durante essa etapa, foi identificado um entrave técnico relevante: o Revit não disponibiliza exportação direta no formato FBX, exigido pelo Augin para leitura e projeção dos modelos tridimensionais. O software exporta nativamente apenas em formatos como IFC, os quais não são reconhecidos pela plataforma de RA.

Diante desse obstáculo, adotou-se como solução intermediária o uso do Autodesk Navisworks, software amplamente utilizado para revisão, compatibilização e quantificação de modelos BIM. O Navisworks, diferentemente do Revit, permite a exportação direta para o formato FBX, possibilitando assim a continuidade do fluxo de trabalho. Após o tratamento do modelo no Navisworks, realizou-se sua exportação e posterior inserção na plataforma Augin conforme figura de 4 á 6, a seguir.

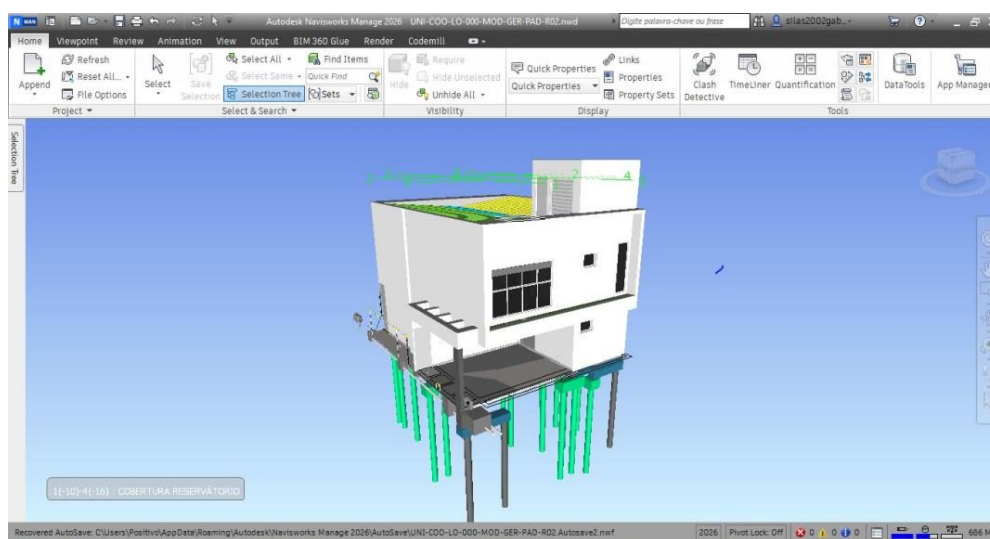


Fig. 04 – Projeto compatibilizado na plataforma NavisWorks

Fonte: Própria

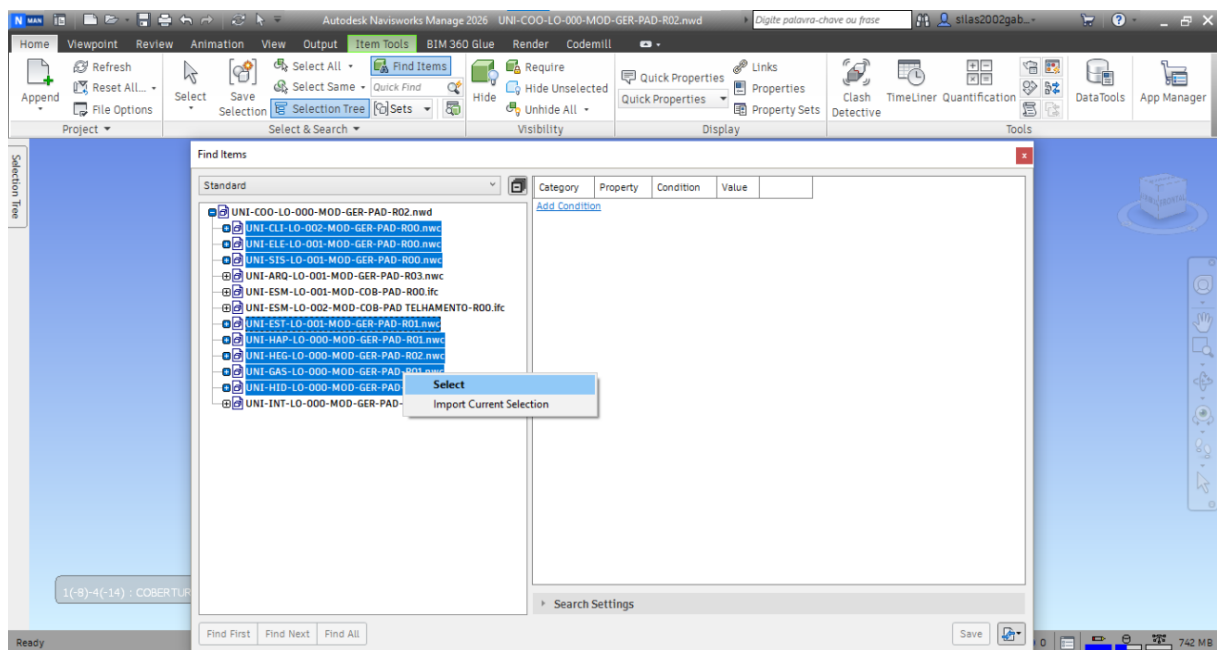


Fig. 05 – Seleccionando as famílias para exportação

Fonte: Própria

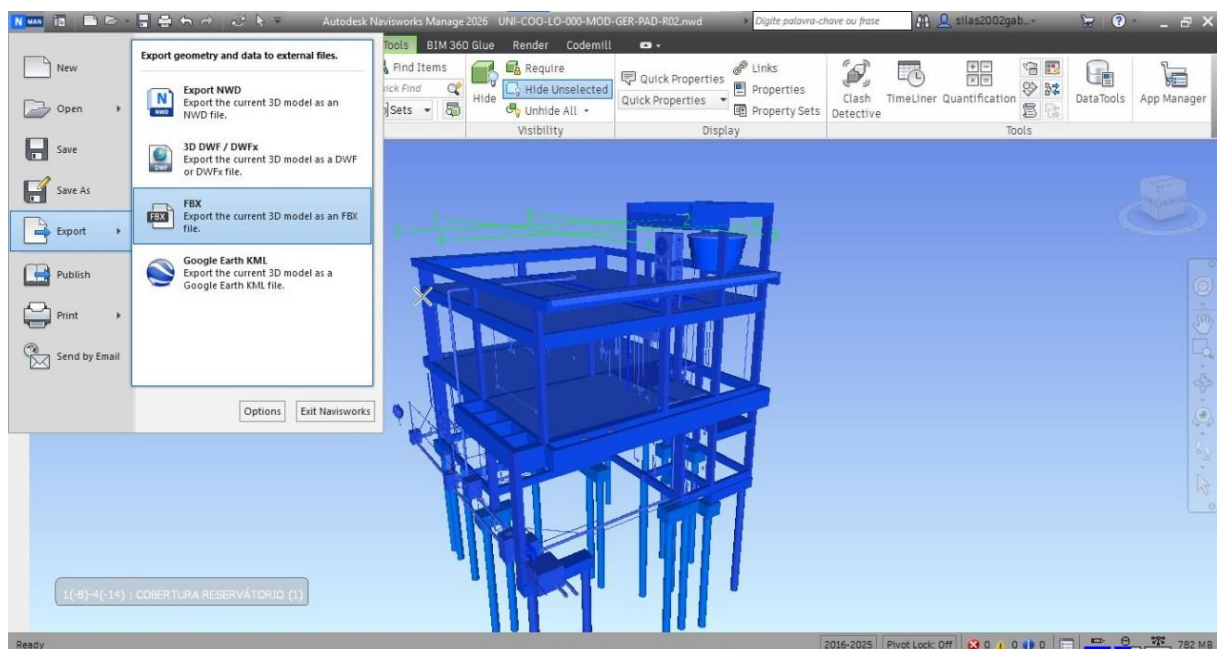


Fig. 06 – Exportando arquivo - FBX

Fonte: Própria

Dentro do Augin, procedeu-se à criação de um ponto de ancoragem, etapa essencial para garantir o posicionamento correto e estável do modelo no ambiente real. A plataforma permite

selecionar um ponto específico do projeto para gerar um QR Code, que servirá como marcador físico no local da obra. Esse procedimento assegura que o modelo virtual permaneça fixo no espaço físico durante a visualização em RA. Caso o ponto de ancoragem não seja configurado, o modelo tende a se deslocar ou “flutuar” no ambiente, inviabilizando sua utilização prática para fins de conferência e análise técnica conforme figura 07 e 08.



Fig. 07 – R.A sem ponto de ancoragem.

Autor: Silas Gabriel



Fig. 08 – R.A com ponto de ancoragem

Autor: Johnathan Domiciano

Após a definição e fixação do ponto de ancoragem na plataforma de Realidade Aumentada, foi gerado o QR Code correspondente e posteriormente instalado no canteiro de

obras, exatamente na posição definida no modelo digital. Com essa etapa concluída, o sistema passa a operar de forma integrada entre o ambiente virtual e o ambiente físico, permitindo que a equipe técnica visualize em campo as informações previamente projetadas em escritório. Esse procedimento contribui para a redução de inconsistências na execução, aumenta a precisão das verificações e oferece maior clareza às equipes responsáveis pela implementação do projeto no contexto real.

Conforme ilustrado na Figura 09 a 12, a ferramenta pode ser utilizada de maneira simples por qualquer colaborador, permitindo a visualização precisa dos locais de locação dos pontos e dos acessórios que compõem o sistema, como curvas, luvas e demais itens. Essa abordagem prática contribui significativamente para a redução de erros comuns nas instalações presentes em obras atuais.



Fig. 09 – R.A Fundação
Fonte: Própria



Fig. 10 – R.A Instalações elétricas
Fonte: Própria



Fig. 11 – R.A Instalação hidráulica.

Fonte: Própria

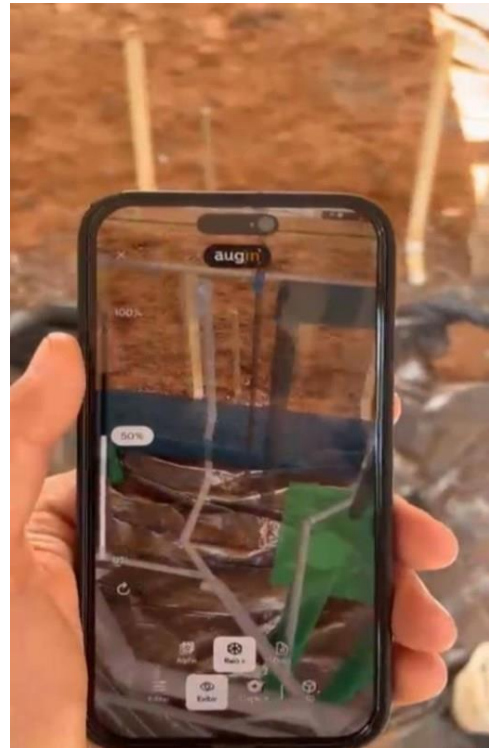


Fig. 12 – R.A Instalação Hidráulica

Fonte: Própria

A inovação apresentada proporciona maior autonomia aos operários, que podem acessar o modelo diretamente por meio de um aplicativo e consultar as informações necessárias de forma rápida e intuitiva. Dessa forma, a ferramenta atua como um recurso de suporte em campo, facilitando o entendimento das etapas de execução e aprimorando a qualidade do processo construtivo.

Com o intuito de obter percepções práticas sobre o uso da Realidade Aumentada (RA) no canteiro de obras, foi elaborado e aplicado um formulário direcionado a profissionais atuantes nas áreas de engenharia, arquitetura e execução de instalações. O objetivo do instrumento foi coletar avaliações, ponderações positivas e negativas, bem como identificar o nível de aceitação e aplicabilidade da tecnologia no ambiente real de obra.

Conforme a figura 13, o questionário obteve 11 respostas, contemplando diferentes formações e funções exercidas pelos participantes, permitindo uma análise diversificada e representativa do setor. Dentre os respondentes, 45,5% são engenheiros civis, seguidos por arquitetos (18,2%) e profissionais de outras áreas correlatas, como técnicos em edificações, estudantes, engenheiros eletricitas, assistentes de engenharia e encarregados de instalação elétrica, cada um representando 9,1% das respostas.

A variedade de perfis evidencia a relevância da temática para diferentes segmentos da construção civil e reforça a importância de avaliar a RA sob múltiplas perspectivas, uma vez que seu uso impacta desde o planejamento até a execução em campo.

O formulário contribuiu para identificar vantagens percebidas pelos profissionais, como maior clareza na visualização dos projetos e redução de erros de execução, bem como limitações e desafios apontados, relacionadas principalmente ao preparo dos modelos, à precisão de ancoragem e à necessidade de dispositivos adequados. Esses dados foram fundamentais para embasar a análise crítica apresentada nos resultados deste estudo.

4.1 - FORMULÁRIO APLICADO

Identificação do Respondente *

E-mail *

Qual é a sua formação ou área de atuação? *

Engenheiro Civil

Arquiteto

Técnico em edificações

Estudante

Outro:

Você já utilizou alguma ferramenta ou aplicativo para visualização de projetos 3D antes? *

SIM

NÃO

Se sim, qual(is)?

A leitura do QR Code e o acesso ao modelo foram simples e intuitivos? *

Sim, totalmente

Parcialmente

Não

A visualização do modelo 3D foi estável e sem travamentos durante o uso? *

SIM

PARCIALMENTE

NÃO

O alinhamento (ancoragem) do modelo com a estrutura real foi satisfatório? *

SIM, COINCIDIU BEM

PARCIALMENTE ALINHADO

NÃO COINCIDIU

Você encontrou alguma dificuldade durante a interação com o aplicativo? *

SIM

NÃO

Se sim, qual?

O tamanho e escala do modelo virtual em relação ao ambiente real estavam adequados?

SIM

PARCIALMENTE

NÃO

A visualização das instalações elétricas foi clara? *

SIM

PARCIALMENTE

NÃO

A visualização das instalações hidráulicas foi clara? *

SIM

PARCIALMENTE

NÃO

O nível de detalhamento do modelo 3D foi satisfatório para compreender o projeto? *

SIM

PARCIALMENTE

NÃO

A visualização em RA ajuda a identificar possíveis conflitos de interferência entre as instalações? *

SIM

NÃO

PARCIALMENTE

A interface do aplicativo Augin é intuitiva? *

SIM

PARCIALMENTE

NÃO

O uso do aplicativo em dispositivo móvel (celular) foi prático? *

SIM

PARCIALMENTE

NÃO

O consumo de dados e desempenho do aparelho foram adequados? *

SIM

PARCIALMENTE

NÃO

A ferramenta é acessível para profissionais de obra (mestres, pedreiros, eletricitas, encanadores)? *

SIM

NÃO

PARCIALMENTE

Você teria facilidade em explicar para outro profissional como acessar e utilizar o modelo RA? *

SIM

PARCIALEMENTE

NÃO

A ferramenta em RA facilita o entendimento do projeto em comparação com plantas 2D? *

SIM

NÃO

PARCIALMENTE

A visualização ajudou a compreender melhor a localização e o percurso das tubulações?

SIM

PARCIALMENTE

NÃO

O uso da RA poderia reduzir erros de execução na obra? *

SIM

PARCIALMENTE

NÃO

O uso da RA melhora a comunicação entre equipe técnica e operária? *

SIM

PARCIALMENTE

NÃO

Em quais fases da obra a RA seria mais útil? *

PLANEJAMENTO

EXECUÇÃO

FISCALIZAÇÃO

APRESENTAÇÃO AO CLIENTE

TREINAMENTOS

O uso da RA contribui para uma tomada de decisão mais rápida e assertiva? *

SIM

PARCIALMENTE

NÃO

Principais pontos positivos da experiência:

Principais pontos negativos ou dificuldades encontradas:

Sugestões de melhorias:

Acredita que o uso da RA deveria ser implementado de forma mais ampla na construção civil? *

SIM

NÃO

TALVEZ

Caso essa tecnologia fosse oferecida em sua empresa/obra, você utilizaria com frequência? *

SIM

TALVEZ

NÃO

Comentários adicionais ou observações sobre a experiência:

4.2 - RESULTADOS DO FORMULÁRIO

3 - Qual é a sua formação ou área de atuação?

11 respostas

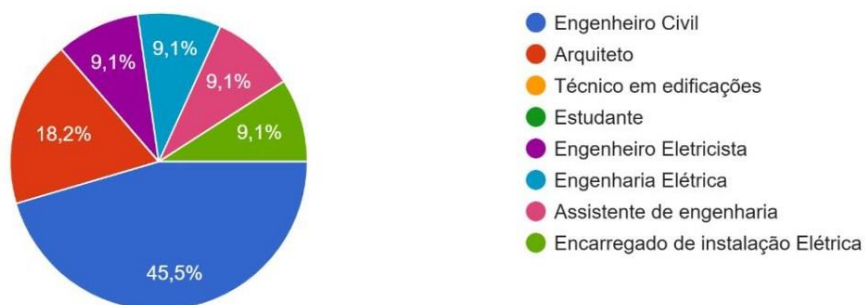


Fig. 13– Gráfico de profissionais

Fonte: Própria

Entre os aspectos avaliados no formulário, buscou-se compreender a percepção dos profissionais quanto à facilidade de utilização do QR Code gerado para ancoragem e visualização do modelo em Realidade Aumentada no canteiro de obras. A análise deste item é fundamental, uma vez que a praticidade no acesso ao modelo é determinante para a adoção da tecnologia em rotinas de campo.

De acordo com as respostas obtidas, 81,8% dos participantes afirmaram que a leitura do QR Code e o acesso ao modelo foram “totalmente simples e intuitivos”, demonstrando elevada aceitação e facilidade no uso da ferramenta. Outros 9,1% consideraram o processo apenas parcialmente intuitivo, indicando que pequenas dificuldades podem ocorrer, geralmente relacionadas à posição do marcador ou às condições de iluminação no ambiente. Apenas 9,1% relataram não ter encontrado simplicidade no procedimento, o que aponta para a necessidade de aprimoramentos no treinamento inicial ou nos equipamentos utilizados.

Esses resultados reforçam que a utilização do QR Code como método de acesso ao modelo virtual se apresenta como uma solução eficiente e de fácil assimilação para a maior parte dos profissionais da construção civil. A elevada taxa de aprovação indica que o processo de ancoragem, quando executado corretamente, permite acesso rápido ao modelo, sem exigência de conhecimentos avançados ou equipamentos específicos além de um dispositivo móvel convencional.

A predominância de respostas positivas conforme aponta a figura 14, demonstra que a tecnologia tem potencial para ser incorporada de forma prática nas rotinas de obra, contribuindo para a democratização do uso da Realidade Aumentada no setor e, consequentemente, para o aprimoramento dos processos de conferência e tomada de decisão.

6 - A leitura do QR Code e o acesso ao modelo foram simples e intuitivos?

11 respostas

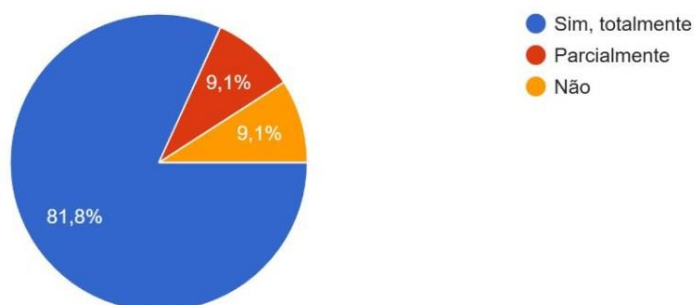


Fig. 14 – Gráfico QR CODE
Fonte: Própria

Na figura 15, o aspecto analisado no formulário consistiu na identificação das fases da obra nas quais a aplicação da Realidade Aumentada poderia gerar maior impacto e contribuir de maneira mais significativa para a eficiência dos processos. As respostas revelaram uma tendência clara quanto ao momento mais adequado para utilização da tecnologia no ciclo produtivo da construção.

De acordo com os dados obtidos, a maioria dos profissionais (45,5%) indicou que a RA seria mais útil na fase de execução, etapa em que ocorrem a instalação, posicionamento de componentes e tomada de decisões imediatas. Esse resultado demonstra que a RA possui forte potencial como ferramenta de apoio direto ao trabalho em campo, auxiliando na prevenção de erros de locação, conferência de rotas e compatibilização entre projeto e execução.

A segunda fase mais indicada foi a de planejamento, representando 27,3% das respostas. Isso evidencia que a tecnologia também é vista como recurso estratégico para simulações preliminares, revisão de interferências e alinhamento entre as equipes antes do início das atividades de obra, contribuindo para uma melhor organização das etapas subsequentes.

A fiscalização foi apontada por 18,2% dos participantes, sugerindo que a RA pode facilitar a verificação do cumprimento do projeto, identificação de falhas e registro visual de ocorrências. Por fim, 9,1% dos respondentes atribuíram utilidade à tecnologia em treinamentos, destacando sua eficácia para capacitar equipes com visualização imersiva e prática dos procedimentos construtivos.

Em síntese, os resultados reforçam que a Realidade Aumentada apresenta grande potencial em diferentes fases da obra, mas se destaca principalmente na execução, onde a sobreposição do modelo digital em ambiente real oferece benefícios diretos à precisão das atividades e à redução do retrabalho. Essa percepção dos profissionais corrobora estudos recentes que apontam a RA como uma das tecnologias mais promissoras para integração entre projeto e campo no setor da construção civil.

25 - Em quais fases da obra a RA seria mais útil?

11 respostas

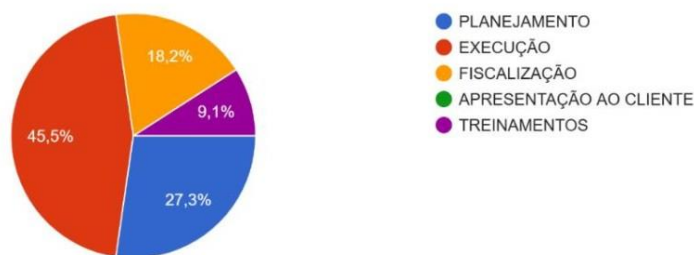


Fig. 15 – Gráfico de utilidade da RA

Fonte: Própria

O questionário também buscou analisar o nível de aceitação e a predisposição dos profissionais da construção civil em adotar a Realidade Aumentada como ferramenta de uso contínuo no ambiente de obra conforme aponta a figura 16. Esse aspecto é fundamental para avaliar a viabilidade prática da implementação da tecnologia, considerando fatores como usabilidade, percepção de utilidade e impacto positivo no desempenho das atividades.

Os resultados evidenciam uma aceitação expressiva: 81,8% dos participantes afirmaram que utilizariam a tecnologia com frequência caso ela estivesse disponível em sua empresa ou obra. Essa predominância demonstra que a RA é percebida como uma ferramenta relevante, capaz de agregar valor ao processo construtivo e facilitar a conferência, visualização e tomada de decisões em campo.

Outros 18,2% responderam “talvez”, indicando que, embora reconheçam o potencial da tecnologia, fatores como treinamento, experiência prévia, condições da obra ou disponibilidade de equipamentos podem influenciar sua adoção plena. Importante destacar que nenhum dos respondentes marcou a opção “não”, o que reforça que a rejeição à tecnologia é praticamente inexistente entre os profissionais consultados.

Esses resultados demonstram que, além de apresentar funcionalidade prática comprovada, a Realidade Aumentada possui aceitação positiva entre diferentes perfis da construção civil, sinalizando um cenário favorável à sua implementação gradual nas empresas. A alta intenção de uso também indica que, uma vez incorporada aos processos internos, a tecnologia tende a contribuir para maior precisão, redução de erros e fortalecimento da integração entre projeto e execução.

31 - Caso essa tecnologia fosse oferecida em sua empresa/obra, você utilizaria com frequência?

11 respostas

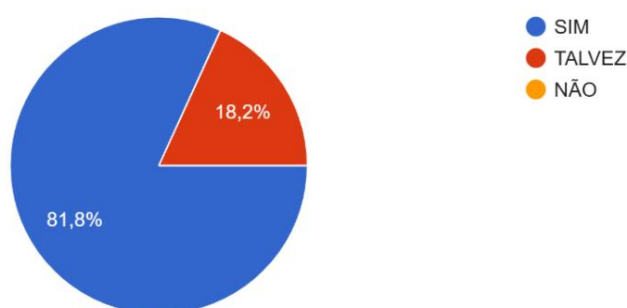


Fig. 16 – Gráfico de aceitação da ferramenta

Fonte: Própria

As análises gráficas provenientes do formulário aplicado aos profissionais da construção civil permitiram identificar percepções consistentes e amplamente favoráveis ao uso da Realidade Aumentada (RA) no ambiente de obra. Os dados evidenciaram que a tecnologia é reconhecida como uma ferramenta útil, intuitiva e com grande potencial de aplicação nas diferentes fases do processo construtivo.

A avaliação da simplicidade de acesso ao modelo virtual, por meio da leitura do QR Code, demonstrou elevada aprovação, com a maioria dos participantes classificando o procedimento como totalmente intuitivo. Esse resultado reforça a viabilidade prática da RA mesmo para profissionais que possuem diferentes níveis de familiaridade com tecnologias digitais.

Quanto às fases da obra em que a RA seria mais útil, destacou-se a etapa de execução, representando o momento em que a tecnologia mais agrega valor ao permitir a sobreposição do modelo com o ambiente real, auxiliando na verificação de compatibilidade, na correção antecipada de interferências e na comunicação entre equipes. Ainda assim, as fases de planejamento e fiscalização também foram consideradas relevantes, reforçando o caráter multidisciplinar e abrangente da ferramenta.

A intenção de uso por parte dos profissionais revelou-se altamente positiva, com grande maioria declarando que utilizaria a tecnologia com frequência caso estivesse disponível em sua empresa ou obra. Tal resultado indica não apenas aceitação, mas também disposição concreta para adoção efetiva da RA no cotidiano profissional, desde que a infraestrutura necessária seja oferecida.

De modo geral, as análises gráficas demonstram que a Realidade Aumentada é percebida como uma inovação acessível, útil e aplicável ao cenário atual da construção civil. A receptividade por parte dos usuários e a identificação de vantagens práticas apontam para um cenário promissor, no qual a RA pode se consolidar como ferramenta complementar essencial para o aumento da precisão, redução do retrabalho e melhoria da comunicação entre as equipes de projeto e execução.

5 - CONCLUSÃO

Os resultados experimentais e as percepções coletadas corroboram a eficácia da solução: a utilização de QR Code para ancoragem apresentou alto índice de aceitabilidade e facilidade de uso (81,8% dos respondentes), e a fase de execução foi indicada como a etapa de maior impacto para aplicação da RA (45,5%). Esses achados indicam que a RA contribui para a detecção precoce de incompatibilidades, redução de retrabalhos e aumento da assertividade nas decisões de campo.

Ao mesmo tempo, foram identificadas limitações relevantes para implementação prática:

- A necessidade de um fluxo de exportação (Revit → Navisworks → FBX) adiciona etapas e exige padronização;

- A precisão da ancoragem depende de preparação adequada do modelo e das condições do ambiente (iluminação, superfícies, alinhamentos pré-definidos);

- Há demanda por treinamento e infraestrutura (dispositivos móveis adequados que comportem) para adoção em larga escala.

Recomenda-se, portanto, que futuras iniciativas priorizem

- I - Padronização do fluxo de exportação e simplificação do pipeline de conversão;

- II - Desenvolvimento de rotinas de preparo e validação das famílias e níveis de detalhe para RA;

- III - Programas de capacitação para equipes de projeto e obra; e

- IV - Ampliação das avaliações empíricas com amostras maiores e em diferentes tipologias de obra, incluindo medições quantitativas de detecção de interferências e economia gerada.

Conclui-se, portanto, que a RA é uma tecnologia acessível e promissora para a construção civil, capaz de integrar projeto e campo de modo concreto, reduzir incertezas executivas e favorecer processos mais eficientes e colaborativos.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCALAY, Jônatas (2019). *Realidade virtual como possibilidade para a construção do conhecimento: percepções e contribuições*. Disponível em: <https://repositorio.unilasalle.edu.br/bitstream/11690/1195/1/jlalcay.pdf>

AZUMA, Ronald; BAILLOT, Yohan; BEHRINGER, Reinhold; FEINER, Steven; JULIER, Simon; MACINTYRE, Blair (2001). *Recent Advances in Augmented Reality*. Disponível em: <https://faculty.cc.gatech.edu/~blair/papers/ARsurveyCGA.pdf>

BARROS, Roberta; LIBRELOTTO, Lisiane (2018). *Modelagem da Informação da Construção (BIM): publicações científicas no Brasil e no mundo*. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/245415/ANAIS-ENSUS-2018-Volume-II-257-268.pdf>

CHAN, A. P. C.; SCOTT, D.; CHAN, D. W. M. (2020). *Key Factors Affecting the Construction Time Overrun*. International Journal of Project Management.

DOAN, D. T.; GHAFARIANHOSEINI, A.; NAISMITH, N.; GHAFARIANHOSEINI, A.; ZHANG, T.; TOOKEY, J. (2021). *Examining critical perspectives on building information modelling (BIM) adoption in New Zealand*, p. 594–615.

ELSHAFEY, Abdalrahman; SAAR, Chai; AMINUDIN, Eeydzah; GHEISARI, Masoud; USMANI, Abdulrahman (2020). *Technology acceptance model for Augmented Reality and Building Information Modeling integration in the construction industry*. Journal of Information Technology in Construction (ITcon). <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2020.010>

FAN, Ching-Lung (2020). *Defect Risk Assessment Using a Hybrid Machine Learning Method*. Journal of Construction Engineering and Management. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001897>

HAYES, Molly; DOWNIE, Amanda (2024). *O que é Realidade Aumentada*. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/augmented-reality>

KIRNER, Claudio; KIRNER, Tereza (2009). *Realidade virtual e realidade aumentada potencializando as ações do usuário no mundo real*. Disponível em: https://biblioteca.unilasalle.edu.br/docs_online/artigos/dialogo/2009_n14/ckirner.pdf

KRATZER, Gina (2023). *Realidade aumentada – definição e função*. Disponível em: <https://www.3dfindit.com/pt/engiclopedia/realidade-aumentada>

LEE, Hsin-Yun; SHIUE, Fang-Jye; ZHENG, Meng-Chong; CHANG, Yu-Cheng (2020). *Integrando estimativa de valor e simulação para seleção de empreiteiros*. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580520309201>

LIU, S.; XING, J.; WESTERVELT, D. M.; LIU, S.; DING, D.; FIORE, A. M.; KINNEY, P. L.; ZHANG, Y.; HE, M. Z.; ZHANG, H.; SAHU, S. K.; ZHANG, F.; ZHAO, B.; WANG, S. (2021). *Role of emission controls in reducing the 2050 climate change penalty for PM2.5 in China*. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144338>

LONGO, Evandro (2023). *Como a ferramenta Clash Detection funciona nas diferentes soluções Autodesk que está presente*. Disponível em: <https://mapdata.com.br/blog/artigo/autodesk-ferramenta-clash-detection>

LOPES, Patrick; CHEUNG, Andrés (2023). *Estudo de caso: Aplicação da realidade aumentada utilizando o software Augin*. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/retrieve/c530eb49-bb00-4238-8b3c-7d6b0daa35ff/1777.pdf>

MARZOUK, M. M.; ZAHER, M. M. (2015). *Tracking construction projects progress using mobile hand-held devices*. <https://doi.org/10.14288/1.0076419>

PANYA, D. S.; KIM, T.; GU, H.; CHOO, S. (2023). *Development of a Real-time BIM-VR Multi-Collaborative Design Environment*. In: *Proceedings of the International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, v. 2, p. 733–739. <https://doi.org/10.52842/conf.ecaade.2023.2.733>

PARRAGUEZ, Herrera; ALBERTO, Augusto (2024). *Use of BIM Technology For Augmented Reality In Buildings*. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/14748>

SOUSA, Priscila (2024). *Realidade aumentada – O que é, conceito, origem e aplicações*. Disponível em: <https://conceito.de/realidade-aumentada>

SUTHERLAND, Ivan (1968). *A head-mounted three dimensional display*. *Associação de Máquinas de Computação, Nova York*. <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>

SUTHERLAND, Ivan (2012). *The TX-2 Computer and Sketchpad*. *Lincoln Laboratory Journal*.

VAN, Bao; WONG, Peter; ABBASNEJAD, Behzad (2025). *A systematic review of criteria influencing the integration of BIM and Immersive Technology in building projects*. *ITcon*. Disponível em: https://www.itcon.org/papers/2025_11-ITcon-PhamVan.pdf

WU, Z.; McGOOGAN, J. M. (2020). *Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China*. *JAMA*, v. 323, n. 13, p. 1239–1242. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.2648>

ZHU, R.; LIN, J.; BECERIK-GERBER, B.; LI, N. (2020). *Influence of architectural visual access on emergency wayfinding: A cross-cultural study in China, United Kingdom and*

United *State.* Disponível em:
<http://www.urbanresilience.cn/Uploads/20200924/5f6c3fbf30179.pdf>