

**TÍTULO: A REALIDADE VIRTUAL E A REALIDADE AUMENTADA NA  
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS  
TRABALHO DE GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO**

Alexandre Salomão Duarte<sup>1</sup>

Leonardo Vitorio Antonio<sup>2</sup>

Marcelo da Silva<sup>3</sup>

Universidade São Francisco

**alexandresalomao.duarte@hotmail.com; leonardovitorioantonio@outlook.com**

<sup>1</sup>Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Swift Campinas

<sup>2</sup>Professor Orientador Marcelo da Silva, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Swift Campinas.

**Resumo.** Neste presente artigo sobre "Realidade Aumentada e Realidade Virtual na Construção Civil," teve como objetivo principal demonstrar os benefícios proporcionados pela aplicação dessas tecnologias na indústria da construção. A metodologia empregada incluiu a utilização de uma ferramenta de Realidade Aumentada e Realidade Virtual, assim como, a revisão bibliográfica sobre o tema. Os resultados obtidos destacaram a capacidade da Realidade Aumentada e da Realidade Virtual de aprimorar a eficiência dos processos de construção, melhorar a colaboração entre as equipes de projeto e construção, reduzir erros e custos, e proporcionar uma visualização imersiva de projetos, o que auxilia na tomada de decisões mais informadas. Conclui-se, a partir deste estudo, que a adoção da Realidade Aumentada e Realidade Virtual na construção civil representa um avanço significativo no setor, com um potencial considerável para transformar a maneira como os projetos são concebidos, planejados e executados. Além disso, essas tecnologias podem aprimorar a experiência dos clientes, proporcionando-lhes uma visão mais clara e envolvente dos projetos em desenvolvimento. Como resultado, a incorporação destas ferramentas tecnológicas pode ser encarada como um elemento fundamental na busca por maior eficiência e qualidade na indústria da construção civil, contribuindo para o progresso sustentável do setor. Por fim, o estudo destaca a relevância crescente da Realidade Aumentada e Realidade Virtual como recursos essenciais para impulsionar a inovação e a competitividade na construção civil, ao mesmo tempo em que oferece oportunidades para futuras pesquisas e desenvolvimentos nessa área.

**Palavras-chave:** tecnologia, inovação, compatibilização, simulação 3D.

### **Introdução**

A construção civil enfrenta atualmente dois desafios de magnitude considerável: a notória lentidão na adoção de tecnologias dentro da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) e a recorrência de atrasos, os quais acarretam custos adicionais não previamente contemplados no gerenciamento de projetos. Esses atrasos podem manifestar-se em diferentes estágios de uma obra, sendo originados por uma variedade de motivos, incluindo a

interpretação inadequada por parte dos responsáveis no canteiro de obras, falhas técnicas nos equipamentos do canteiro, que muitas vezes demandam a intervenção de profissionais especializados no local para sua resolução, ou até mesmo a solicitação de ajustes por parte dos clientes, os quais não foram inicialmente incorporados ao projeto.

Considerando o panorama mencionado, o presente trabalho tem como objetivo primordial investigar como as tecnologias de realidade virtual e aumentada podem ser eficazmente aplicadas e desenvolvidas no âmbito da construção civil, aprimorando a compatibilização de projetos e proporcionando uma visualização mais nítida das circunstâncias, tanto para os profissionais nos escritórios quanto para aqueles que atuam no campo e, não menos importante, para os clientes.

Como ponto primordial, o presente artigo irá destacar como a realidade virtual surgiu, demonstrando o seu desenvolvimento com o passar das épocas em que ela estava sendo estudada até sua consolidação ao que conhecemos hoje.

Segundo Kirner e Tori (2006) o contexto histórico da realidade virtual ou abreviando para RV teve início na década de 50 tendo sua concepção determinada na década de 80, instaurando um campo da indústria que até hoje é estudado, evoluindo com o passar dos anos, contrariando assim o que muitos acreditavam ser um tema recentemente explorado, a realidade virtual teve seus principais estudos nos anos 60.

Na década de 1960, logo após criar o Sketchpad [...] sistema com o qual fincou as bases do que hoje conhecemos como computação gráfica, Ivan Sutherland passou a trabalhar no que chamou de “Ultimate Display”.(PACKER, 2001 apud KIRNER, TORI, 2006, p. 4).

Com os estudos do engenheiro Sutherland foi possível passar os estudos da RV para outro nível graças à evolução tecnológica da computação, criando posteriormente o que hoje ficou conhecido como o primeiro óculo de realidade virtual, sendo considerado mais tarde o início que possibilitou a implementação da realidade virtual em inúmeras indústrias inovando e evoluindo em conceito tecnológico. “Ainda, antes das citadas pesquisas do engenheiro Ivan Sutherland, na década de 1950, o cineasta Morton Heilig, considerado como o primeiro a propor e criar sistemas imersivos, já imaginava o “cinema do futuro”.” (PACKER, 2001 apud KIRNER, TORI, 2006, p. 5), com isso em mente Heilig desenvolveu um dispositivo que o nomeou como SEMSORAMA, o qual tinha a proposta de levar o usuário a situações diferentes estimulando os sentidos do indivíduo como tato, olfato e principalmente a visão, entretanto o equipamento não ganhou espaço no mercado, porém com ele Heilig implementou ideias para o desenvolvimento futuro da realidade virtual.

“O termo Realidade Virtual (RV) foi cunhado no final da década de 1980 por Jaron Lanier.” (BIOCCA, 1995 apud KIRNER, TORI, 2006, p. 4), como relatado mesmo que por vezes à RV seja associado somente as indústrias da computação, principalmente pelo fato de que a RV está inteiramente ligada aos sistemas computacionais e sua evolução depende exclusivamente do avanço da tecnologia computacional, ela se expandiu até aos dias de hoje para outras indústrias como exemplo em setores educacionais ou até mesmo hospitalares, com essa ideias em mente o desenvolvimento da RV culminou em uma tecnologia correlata denominada de Realidade aumentada.

### *Realidade Virtual (RV)*

A Realidade Virtual (RV), segundo KIRNER e TORI, é uma avançada interface que permite interação com aplicativos em um ambiente computacional. Ela viabiliza a exploração de ambientes tridimensionais em tempo real, além de estimular sentidos como tato e audição para enriquecer a percepção sensorial, gerando o ambiente tridimensional eletronicamente com base nas informações do usuário, permitindo visualização de diferentes perspectivas, interagindo imediatamente com o usuário com esse ambiente virtual. “A análise de um sistema de realidade virtual deve considerar 4 elementos: o ambiente virtual, o ambiente computacional, a tecnologia de realidade virtual, e as formas de interação” (Vince, 1995, 2004 apud KIRNER, TORI, 2006, p. 10).

A construção do ambiente virtual inclui a criação de modelos tridimensionais, características dinâmicas, configuração de iluminação e detecção de colisões. No âmbito computacional, abrange desde a configuração do processador até as funcionalidades em tempo real do sistema operacional.

A tecnologia de RV está diretamente relacionada ao *hardware*, envolvendo componentes como rastreamento de cabeça e, em certos casos, das mãos do usuário, qualidade da visualização, áudio e mecanismos de resposta e *feedback*. As formas de interação abrangem reconhecimento de gestos e voz, podendo permitir a participação simultânea de vários usuários. A RV concentra-se na interação com objetos e ambientes virtuais gerados por sistemas computacionais. No entanto, filmes e videogames também compartilham essa característica, o que, por vezes, torna difícil distinguir o que realmente é RV.

Nesses cenários, a análise da aplicação deve considerar as várias características explicitadas na definição de RV. Por exemplo, filmes desenvolvidos por sistemas

computacionais, incluindo animações e efeitos especiais, não se enquadram na categoria de RV, pois não permitem navegação ou interação em tempo real. Em contraste, os videogames estão mais alinhados com a ideia de RV, pois priorizam a interação. Com a transição para o meio tridimensional, eles incorporaram as características essenciais da RV, indicando que este setor se beneficia amplamente dessa tecnologia.

### *Realidade Aumentada (RA)*

A realidade aumentada, conforme descrita por Kirner e Tori (2006), é amplamente difundida e frequentemente confundida com a realidade misturada, se beneficiando de técnicas computacionais para criar, posicionar e mostrar objetos virtuais integrados ao ambiente real, em tempo real, resultando em uma experiência imersiva, tendo quatro elementos cruciais da realidade aumentada são: renderização de alta qualidade do ambiente combinado, calibração precisa para alinhar objetos virtuais com o mundo real, interação em tempo real entre objetos reais e virtuais, e a utilização de recursos de multimídia e realidade virtual, para estas realizações a plataforma computacional para esse contexto deve possuir capacidade de processamento e transferência eficientes de mídia, processamento gráfico 3D, interatividade em tempo real e suporte a dispositivos não convencionais, como acontece com a Realidade Virtual envolvendo componentes de hardware e software, incluindo dispositivos de entrada, displays, processadores, redes, software de realidade virtual, além de sistemas para posicionar e mesclar imagens, funcionalidades interativas e interfaces multimodais.

### *Realidade Misturada (RM)*

De acordo com Kirner e Tori (2006) a realidade aumentada (RA) e a virtualidade aumentada (VA) são categorias específicas dentro do conceito mais amplo conhecido como realidade misturada, embora a realidade misturada abranja ambas, a RA tem se tornado mais popular e muitas vezes é erroneamente confundida com a realidade misturada, na RA os objetos virtuais tridimensionais são sobrepostos em tempo real sobre o ambiente físico do usuário, utilizando dispositivos como capacetes, câmeras ou webcams para visualização, por sua vez, a VA envolve a inclusão de elementos reais no mundo virtual, permitindo que o usuário interaja com o ambiente virtual enquanto ainda interage com elementos reais presentes, assim a realidade misturada une o mundo real com objetos virtuais, capturando o mundo real através de câmeras e inserindo essas imagens no ambiente virtual, ainda é

possível adicionar objetos virtuais a uma cena capturada pela *webcam* e exibi-los na tela, combinando elementos do mundo real com o virtual tendo como objetivo principal criar uma experiência tão realista que o usuário não consiga perceber a distinção entre os elementos virtuais e reais na cena, para isso é fundamental resolver desafios tecnológicos, como rastreamento preciso de objetos reais, alinhamento e calibração das sobreposições tridimensionais, e garantir uma interação fluida, superar esses desafios tecnológicos e integrar efetivamente essas tecnologias são cruciais para criar ambientes que permitam a participação de várias pessoas e colaborações produtivas por meio de interfaces inovadoras e envolventes, esse avanço é fundamental para impulsionar a adoção da realidade misturada em uma variedade de domínios.

### *Tecnologias e Equipamentos*

Conforme mencionado por Cardoso, Júnior, Kirner e Kelner, para acessar as tecnologias das realidades virtual e aumentada, é essencial o uso de tecnologias e linguagens de programação como intermediários. Essas tecnologias e linguagens podem variar à medida que tecnologia computacional evolui. Para a realidade virtual (RV), um exemplo notável é o *OpenGL (Open Graphics Library)*, uma tecnologia multiplataforma e multi-linguagem que oferece suporte a gráficos 3D sendo frequentemente utilizada em programas como *Revit* e *AutoCAD* para criar visualizações em 3D. Além disso, existem linguagens como VRML e X3D usadas para desenvolver ambientes virtuais compatíveis com a *Web*, permitindo aos usuários interagir com esses ambientes, que podem conter animações e respostas a ações específicas.

No contexto da realidade aumentada (RA), duas ferramentas iniciais mencionadas são o *ARToolkit* e o *OpenCV*. O *ARToolkit* é um conjunto de ferramentas para o desenvolvimento de aplicações de RA de baixo custo que faz uso do mapeamento óptico, sendo adequado para solucionar problemas mais simples, sendo uma opção gratuita e podendo ser executado em computadores de baixa potência. Por outro lado, o *OpenCV* é uma biblioteca gratuita que lida com processamento de imagens computacionais e é altamente compatível com aplicações de RA em tempo real.

Ambas as realidades, RV e RA, compartilham equipamentos comuns para a visualização, como óculos, capacetes, projetores e até dispositivos mais simples, como webcams e monitores. A escolha de tecnologias e ferramentas depende das necessidades

específicas do projeto e das capacidades tecnológicas disponíveis no momento da implementação.

Conforme apontado por Lopes e Cheung (2023), o aplicativo Augin tem se destacado recentemente no uso da Realidade Aumentada na indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção). Desenvolvido por brasileiros e apresentado na *Construtech* em 2019, o Augin tem como propósito aprimorar a comunicação ao converter informações verbais em representações visuais tridimensionais em escala 1:1 em dispositivos móveis, algo que não era possível devido a baixa tecnologia que existia nestes aparelhos, tendo sua principal aplicação na visualização completa de construções.

A função dos modelos federados consiste em coordenar em um mesmo modelo 3D, diferentes disciplinas, como por exemplo, os modelos: estrutural, arquitetônico, hidrossanitário e elétrico, para posteriormente filtrá-las em realidade aumentada, podendo visualizar cada uma individualmente ou no conjunto com as demais selecionadas (AUGIN, 2018 apud LOPES CHEUNG, 2023 p.11).

O funcionamento do Augin é simples: o objeto real é colocado diante da câmera, que captura a imagem e a transmite para o equipamento interpretar o contexto. As imagens são então enviadas em tempo real para gerar o objeto virtual, sobrepondo-o ao objeto real no dispositivo de saída, como um celular, tendo compatibilidade com os principais softwares de modelagem utilizados atualmente na AEC, destacando-se pela disponibilização de plano gratuito com funcionalidades notáveis e uma interface intuitiva, superando muitas vezes seus concorrentes que podem requerer pagamento. Contudo, é importante notar uma limitação do plano gratuito relacionada ao tamanho do arquivo de projeto que pode ser carregado, o que representa uma desvantagem em relação a uma das principais vantagens do aplicativo.

### *Realidade Virtual e Aumentada na AEC*

Como citado por SANTANA a construção civil vem se modernizando para superar técnicas antigas que hoje se encontram obsoletas, com construtoras investindo em melhorias nos canteiros de obras, gestão de projetos, e na venda de imóveis, tendo como objetivo aprimorar a segurança, eficiência e qualidade em toda a indústria. “Em um ambiente competitivo, é exigido que as organizações desenvolvam melhorias e atualizações constantes para manterem-se no mercado.” (SANTOS, 2023 apud SANTANA, 2023 p.5), a AEC

(Arquitetura, Engenharia e Construção) vem explorando ativamente o potencial da RV e da RA para alcançar os objetivos anteriormente citados.

Na RV, engenheiros têm a capacidade de visualizar as camadas internas de uma estrutura, permitindo uma comunicação eficiente entre projetistas e profissionais em campo, pode também ser usada no treinamento trabalhadores em situações de segurança, proporcionando simulações educacionais de cenários perigosos, além disso é utilizada para mostrar aos clientes a visão final de um empreendimento, melhorando a experiência de compra e permitindo ajustes nos estandes de vendas.

Por outro lado, a RA é empregada para verificar as atividades em tempo real, possibilitando comparações instantâneas entre o trabalho realizado e o projeto original usando dispositivos móveis. Ambas as tecnologias desempenham um papel fundamental na promoção de uma construção mais segura, eficiente e com padrões de alta qualidade.

## **Material e Métodos**

A metodologia adotada consiste em uma aplicação realizada dentro do AUGIN para compatibilização de projetos, mostrando o passo a passo de como a tecnologia é implementada no canteiro de obras, desde o projeto a execução. Visando demonstrar os benefícios da aplicação desde o anteprojeto até a reforma da obra.

Como modelo de estudo, o foco implementado é a compatibilização, envolvendo as seguintes disciplinas: arquitetura, estrutura, instalações elétricas e hidráulicas. Os softwares utilizados neste trabalho foram o *Revit*, *BimCollab* e *Augin*.

### *Compatibilização de projetos no software de coordenação BIM (Revit e BimCollab)*

Num contexto de transição de um paradigma convencional para um modelo tridimensional (3D), observa-se, a partir de uma empresa de Engenharia, que profissionais destacam a facilidade proporcionada pelo arquivo tridimensional na visualização de conflitos entre distintas interações de elementos estruturais e de serviços. Este atributo, por conseguinte, simplifica a identificação e busca por soluções antes do efetivo início da obra, emergindo como um aspecto crucial ao eleger a referida tecnologia, notadamente vinculada à redução de custos.

Atualmente, tais equívocos são usualmente detectados apenas durante a execução da obra, resultando em despesas inesperadas e, frequentemente, não orçadas, além de ocasionar

atrasos na entrega do empreendimento. Com o propósito de mitigar tais contratemplos e otimizar a eficiência, o projeto é concebido no ambiente do software Revit, conforme exemplificado na Figura 1, que possibilita a colaboração entre diferentes disciplinas envolvidas.

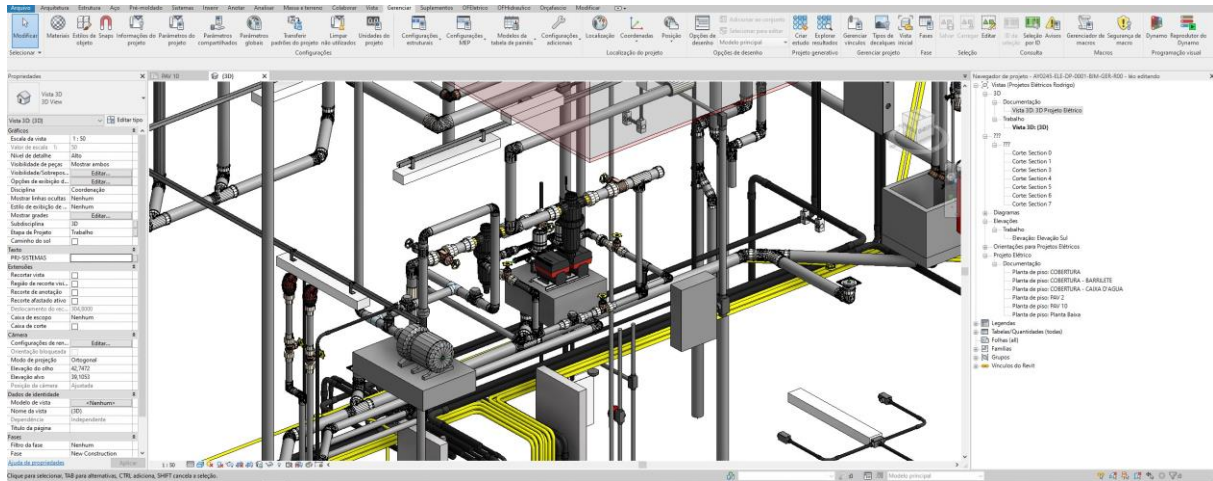


Figura 1 – Revit Modelagem 3D

O programa se destaca pela inclusão de uma ferramenta de gerenciamento interdisciplinar. Essa ferramenta possibilita a ativação e desativação de visualizações específicas, concedendo ao projetista a capacidade de identificar possíveis interferências entre disciplinas durante a modelagem. Tal funcionalidade antecipa a detecção de problemas que, no paradigma convencional, só seriam visíveis durante a execução da obra.

Além dessa inovadora ferramenta, o software em questão oferece a opção de exportação por meio do arquivo IFC (*Industry Foundation Classes*), um formato padrão para a transferência de modelos *Building Information Modeling* (BIM). Essa capacidade de exportação possibilita a abertura do modelo em programas de coordenação, aprimorando a visualização e a detecção de conflitos.

No curso desse processo, foi adotado o programa *Bim Collab*, viabilizando a integração dos arquivos IFC provenientes das diversas disciplinas envolvidas. A Figura 2 ilustra de que maneira essa interoperabilidade pode ser efetivamente realizada, proporcionando uma visão abrangente e integrada do projeto. Este procedimento reforça a ênfase na detecção precoce de conflitos e na efetivação de uma abordagem coordenada e eficiente na execução do empreendimento.

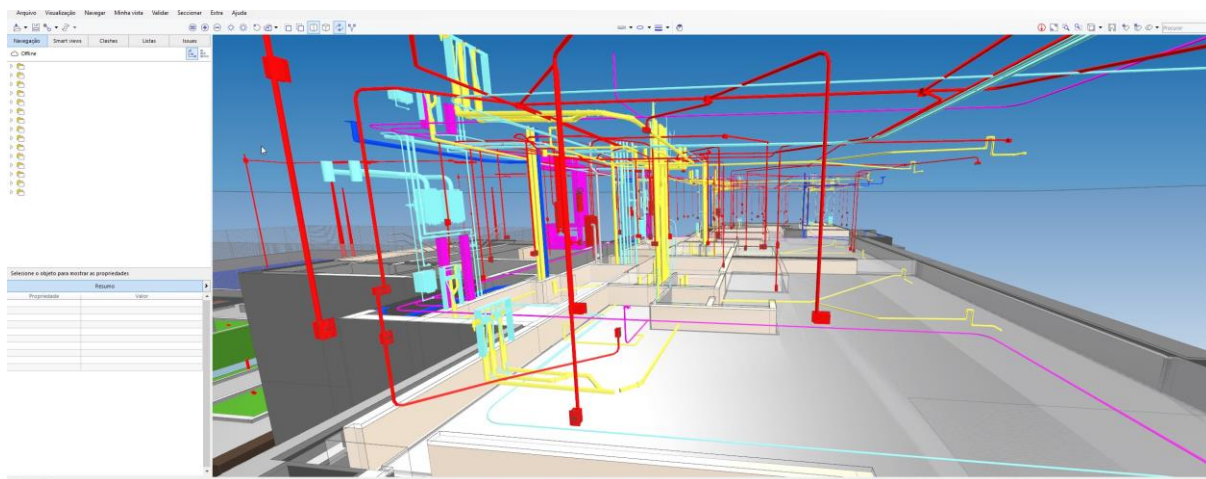


Figura 2 - Bim Collab em separação por cores entre as disciplinas.

Após a conclusão da revisão integral do projeto por meio da realidade virtual, evidenciando os conflitos por meio de programas especializados, o projeto está apto para a fase de liberação para execução da obra. Nesse estágio, a equipe já examinou meticulosamente os métodos a serem empregados, antecipando e solucionando potenciais erros antes do início efetivo. Reuniões colaborativas entre equipes têm sido uma prática constante desde o anteprojeto, visando uma coordenação efetiva para a minimização de erros.

A aplicação da realidade aumentada possibilita uma previsão abrangente do canteiro de obras, abrangendo desde a disposição de alojamentos, vestiários, refeitórios, depósitos, posicionamento de equipamentos até o fluxo de carga e descarga de materiais. Todo esse planejamento ocorre em um ambiente virtual, otimizado para assegurar uma execução correta.

A introdução do aplicativo de fácil acesso Augin, mediante um treinamento simplificado, proporciona uma ferramenta visual tanto para apresentação ao cliente quanto para auxílio na execução da obra pelos trabalhadores. Esse aplicativo permite uma visualização prática e interativa do projeto.

Um desafio recorrente na construção civil é a insatisfação do cliente ao longo da obra e a eventual decisão de realizar alterações significativas na construção. A realidade aumentada aborda esse problema ao possibilitar a apresentação do projeto em um ambiente real, em escala 1:1 (Figura 3), ou em um ambiente virtual, por exemplo, através de um computador, proporcionando um "tour" pela obra a ser adquirida (Figura 4).



Figura 3 – Residência georreferenciada colocada em um terreno plano.

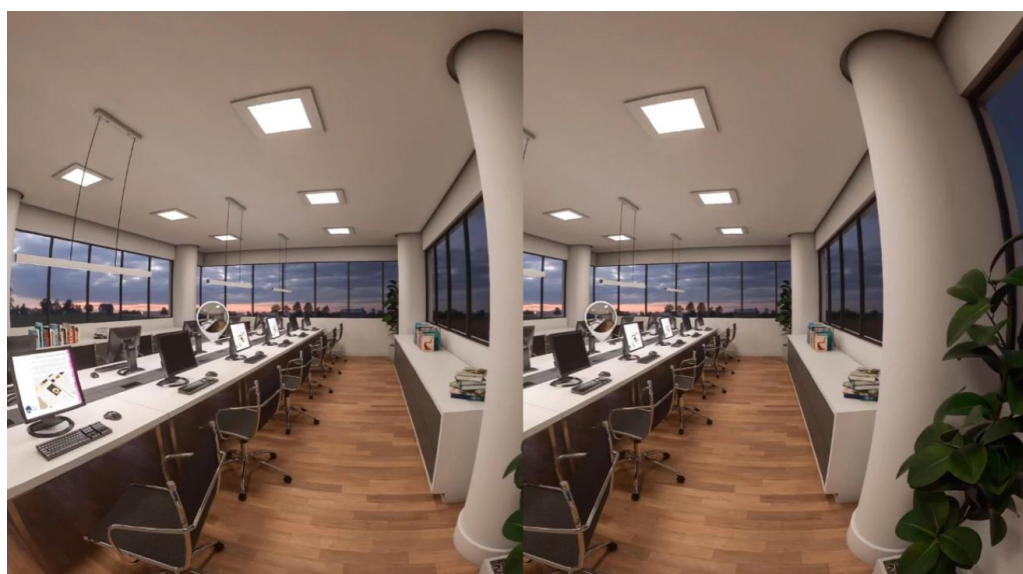


Figura 4 – Escritório visto dentro de ambiente virtual.

A vantagem crucial dessa abordagem em realidade aumentada é que o cliente tem plena consciência do resultado antes mesmo do início da obra, garantindo a certeza de que não serão necessárias alterações significativas durante o processo de construção.

A adoção dessa tecnologia promove não apenas um aumento na qualidade, mas também facilita a comunicação, reduz riscos e desperdícios, integra equipes de trabalho, e viabiliza uma gestão integrada, abrangendo planejamento, custo e escopo do projeto. Adicionalmente, propicia uma compreensão mais aprofundada do projeto como um todo.

Para efetivar a implementação do *Building Information Modeling* (BIM) no canteiro de obras, uma estratégia eficaz consiste na colocação estratégica de *QR Codes* em ponto chave

da obra. Essa abordagem permite vincular os ambientes de realidade virtual (RV) a locais específicos do empreendimento. Ao efetuar a leitura do *QRCode*, o inspetor é direcionado para a posição correspondente no ambiente de RV, gerado a partir do modelo BIM. Dessa forma, é possível comparar de maneira eficiente o modelo virtual com o ambiente real em construção. As Figuras 5 a 7 ilustram exemplos concretos da aplicação prática da realidade virtual em projetos de engenharia e construção.

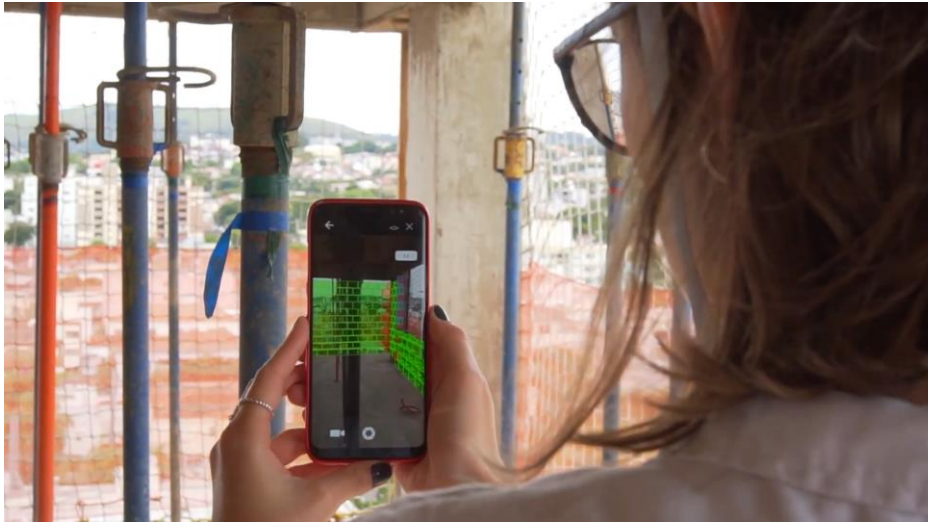


Figura 5 – Após a leitura do *QRCode* o modelo é aberto para conferência de como proceder.

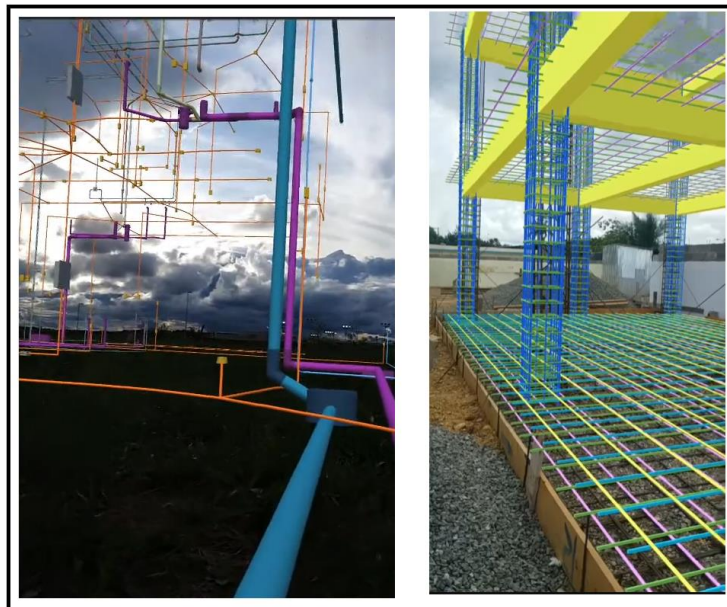


Figura 6 e 7 – Disciplinas inseridas em ambientes reais para correta execução.

Com a instalação facilitada do aplicativo Augin em dispositivos móveis, foi possível realizar uma análise prática do modelo estrutural disponibilizado, bem como compreender o funcionamento de sua aplicação. No contexto específico abordado, empregamos um modelo 3D integralmente manipulável por meio do dispositivo móvel conforme ilustrado na Figura 8.



Figura 8 – Captura dentro do Augin – Modelo estrutural

Após a inserção do modelo tridimensional, torna-se possível acessá-lo em qualquer local de uma projeção, conforme evidenciado nas Figura 9, mediante a aplicação do modelo em escala real. Importa destacar que, neste contexto específico, a função de georreferenciamento do projeto não fez uso do código QR, comumente empregado para tal fim.

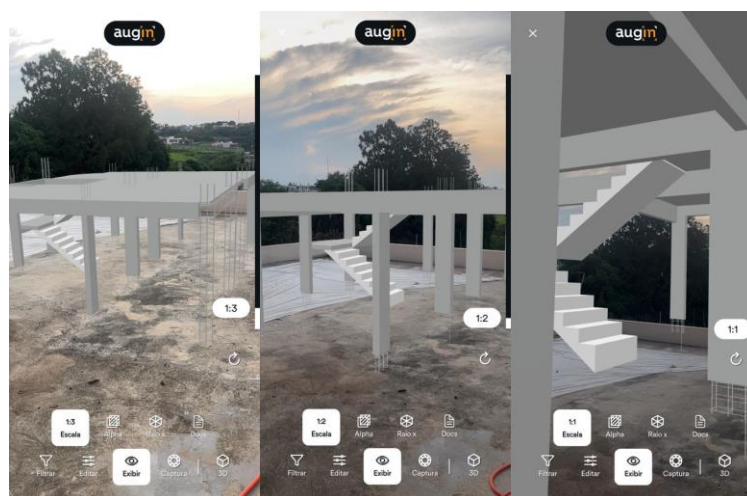


Figura 9 – Aplicação do projeto no plano e possibilidade de visualização em diferentes escalas.

Para reforçar com o entendimento do processo, recorremos a uma reportagem realizada pela Globo TV, demonstrando o funcionamento da realidade aumentada, sendo implementada na construção civil, a margem de erro assim no momento da execução é reduzida e busca por solução é considerada, conforme mencionado pelos mestres de obras (Globo Reporter, 2023).



Figura 10 – Visualização em tempo real da realidade aumentada

A adoção do modelo BIM (Building Information Modeling) na indústria da construção representa uma transformação significativa, proporcionando uma abordagem tridimensional e colaborativa para o desenvolvimento de projetos. Contudo, a transição para o BIM é acompanhada por diversos desafios que impactam desde aspectos financeiros até a gestão de mudanças organizacionais.

#### *Dificuldades Financeiras: O Desafio do Investimento Inicial*

Um dos principais obstáculos na adoção do modelo BIM é o custo inicial significativo. Investir em software e hardware adequados, bem como em treinamento especializado para a equipe, pode representar um ônus considerável para as empresas. A aquisição de licenças de software BIM e a atualização da infraestrutura tecnológica para suportar essa transição são passos cruciais, mas que demandam recursos substanciais. Este desafio financeiro muitas vezes se torna uma barreira para empresas, especialmente as de menor porte, que podem enfrentar limitações orçamentárias.

## *A Necessidade de Profissionais Capacitados: Adaptação e Treinamento*

A mudança para o BIM requer uma equipe capacitada para utilizar eficientemente as novas ferramentas e compreender os conceitos associados ao modelo tridimensional. A escassez de profissionais com conhecimento especializado em BIM é uma preocupação recorrente, pois a demanda por esses especialistas supera a oferta. Além disso, a requalificação dos profissionais existentes na empresa, que já estão familiarizados com métodos e softwares tradicionais, implica em um esforço significativo. Adaptação e treinamento contínuos são cruciais para superar essa barreira e garantir que a equipe esteja apta a utilizar plenamente os benefícios do BIM.

## *Mudanças nos Processos Operacionais: Integrando o BIM à Cultura Organizacional*

Introduzir o BIM implica em mudanças nos processos operacionais e na cultura organizacional. A transição de um modelo 2D para um modelo tridimensional requer uma reavaliação completa dos fluxos de trabalho, a implementação de padrões BIM, e a garantia de consistência e colaboração entre diferentes disciplinas. A resistência à mudança por parte da equipe e a adaptação de práticas consolidadas podem ser desafios significativos. Uma abordagem estratégica para integrar o BIM à cultura organizacional, envolvendo toda a equipe desde as fases iniciais da transição, é vital para o sucesso do processo.

## **Resultados e Discussão**

Este estudo abordou a implementação bem-sucedida do modelo BIM (*Building Information Modeling*) na construção civil, destacando suas contribuições substanciais para a gestão eficiente de projetos. A metodologia adotada, centrada na aplicação do *AUGIN* para compatibilização de projetos, proporcionou uma visão abrangente desde o anteprojeto até a execução da obra.

Os resultados revelaram a eficácia do modelo tridimensional (3D) na identificação precoce de conflitos entre disciplinas, destacando a importância do arquivo tridimensional na fase de modelagem. O software *Revit*, aliado à ferramenta de gerenciamento interdisciplinar, permitiu antecipar interferências e mitigar problemas que, no paradigma convencional, só seriam visíveis durante a execução da obra.

A realidade virtual e aumentada desempenhou papéis cruciais, proporcionando revisões integrais do projeto e visualizações abrangentes do canteiro de obras. A introdução do aplicativo *Augin*, de fácil acesso, contribuiu para apresentações visuais ao cliente e auxílio na execução da obra.

No entanto, a pesquisa também destacou desafios significativos na adoção do BIM, incluindo dificuldades financeiras relacionadas ao investimento inicial, a necessidade de profissionais capacitados e mudanças nos processos operacionais e culturais. Estratégias de otimização de custos, investimento contínuo em treinamento e uma abordagem estratégica para mudanças organizacionais foram identificadas como fundamentais para superar esses desafios.

Este estudo fornece insights valiosos para empresas que buscam incorporar o BIM em suas práticas construtivas, reconhecendo não apenas os benefícios substanciais, mas também a importância de uma abordagem estratégica para superar as dificuldades e garantir uma transição suave para esta inovação na gestão de projetos na construção civil.

## **Conclusões**

A pesquisa sobre "Realidade Aumentada e Realidade Virtual na Construção Civil" forneceu insights valiosos sobre o impacto dessas tecnologias na indústria da construção. Os resultados destacaram que a Realidade Aumentada e a Realidade Virtual têm o potencial de aprimorar significativamente a eficiência dos processos de construção, melhorar a colaboração entre as equipes de projeto e construção, reduzir erros e custos, e proporcionar uma visualização imersiva de projetos.

Isso não apenas facilita a tomada de decisões mais informadas, mas também melhora a experiência dos clientes ao oferecer uma visão mais clara e envolvente dos projetos em desenvolvimento.

A pesquisa também demonstrou a crescente importância da Realidade Aumentada e da Realidade Virtual como recursos essenciais para impulsionar a inovação e a competitividade na construção civil. Essas tecnologias representam um avanço significativo no setor, com um potencial considerável para transformar a maneira como os projetos são concebidos, planejados e executados. Além disso, elas contribuem para o progresso sustentável do setor, ao reduzir erros e custos, melhorar a segurança e eficiência no canteiro de obras e promover uma colaboração mais eficaz entre os profissionais envolvidos.

A pesquisa também ressaltou desafios e obstáculos, como a resistência à mudança e a necessidade de investir em treinamento e infraestrutura. No entanto, os benefícios

identificados sugerem que esses desafios podem ser superados com o tempo e a adaptação.

Em resumo, a adoção da Realidade Aumentada e Realidade Virtual na construção civil é uma tendência promissora que pode revolucionar a forma como o setor opera. Essas tecnologias não apenas melhoram a eficiência e a qualidade dos projetos, mas também oferecem oportunidades para a inovação e o avanço sustentável da construção civil.

Portanto, é fundamental que profissionais e empresas do setor estejam abertos à incorporação dessas ferramentas tecnológicas para se manterem competitivos e atenderem às demandas crescentes por eficiência e qualidade na construção.

### **Referências Bibliográficas**

CARDOSO, A.; JÚNIOR, E.L.; KIRNER, C.; KELNER, J. **Tecnologias e Ferramentas para o Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada**. 2007. p. 15-17; 20-21; 100-102; 122-124. Disponível em: <https://www.gprt.ufpe.br/grvm/wp-content/uploads/Publication/Books&Chapters/2007/TecnologiasParaODesenvolvimentoDeSistemasdeRealidadeVirtualEAumentada.pdf> - Acessado em 25/10/2023

SANTANA, Lécia Cavalcanti. **Aplicação Da Realidade Virtual e Realidade Aumentada Na Engenharia Civil**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Civil, Universidade Salvador, Salvador, 2023. Disponível em: [https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/33838/1/TCC\\_LETICIA\\_C\\_SANTANA\\_VERSAO\\_FINAL.pdf](https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/33838/1/TCC_LETICIA_C_SANTANA_VERSAO_FINAL.pdf) - Acessado em 17/10/2023

TORI, R.; KIRNER, C. Texto e coerência. SBC, 2006 apud SISCOOTTO R. Linguística textual In: SISCOOTTO (Org.) **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. SBC, 2006. p. 23-27. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/RomeroTori/publication/216813069\\_Fundamentos\\_de\\_Realidade\\_Virtual/links/5d234774458515c11c1c5cdb/Fundamentos-de-Realidade-Virtual.pdf](https://www.researchgate.net/profile/RomeroTori/publication/216813069_Fundamentos_de_Realidade_Virtual/links/5d234774458515c11c1c5cdb/Fundamentos-de-Realidade-Virtual.pdf) - Acessado em 06/09/2023

**Entrevista Realidade Aumentada** disponível em (<https://g1.globo.com/globo-reporter/noticia/2023/07/17/telas-interativas-e-realidade-aumentada-como-mestres-de-obras-usam-a-tecnologia-para-inovar-na-construcao-civil.ghtml>) – Acessado em 26/10/2023