REALIDADE VIRTUAL APLICADA À GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO

Virtual Reality Applied To Design Process Management

Claudia Balena Tostes Menezes
Universidade Federal do Rio de Janeiro | Rio de Janeiro, RJ | claudia.menezes@fau.ufrj.br

Mônica Santos Salgado
Universidade Federal do Rio de Janeiro | Rio de Janeiro, RJ | monicassalgado@fau.ufrj.br

RESUMO

O desenvolvimento das tecnologias digitais tem impactado diretamente vários setores, entre eles a gestão de projetos de arquitetura, engenharia e construção (AEC). Dentre diversas tecnologias digitais que surgiram nos últimos anos, a Realidade Virtual (RV) é uma das ferramentas que pode auxiliar o processo de projeto de arquitetura promovendo um novo *modus operandi*, onde o arquiteto trabalha imerso no projeto em desenvolvimento. Sob essa perspectiva, teve início a pesquisa cujo objetivo é identificar em quais etapas do processo de projeto a RV pode ser adotada e quais seriam os benefícios e desvantagens da implementação dessa tecnologia na gestão de projetos arquitetônicos enquanto uma ferramenta de apoio ao processo projetual. A pesquisa adota uma revisão de literatura como abordagem metodológica. A abordagem qualitativa foi adotada e estruturada de acordo com as seguintes etapas: levantamento bibliográfico, análise da aplicação da RV no processo de projeto e avaliação da integração do BIM e RV na gestão de projetos. Os resultados indicam transformações significativas no processo de projeto arquitetônico, sobretudo no que tange à colaboração, visualização e tomada de decisão, mas não revelou uma etapa específica, ficando a critério da equipe a definição sobre o uso pretendido para a tecnologia.

Palavras-chave: Realidade Virtual (RV); BIM; Gestão de Projetos; Processo de Projeto; Arquitetura.

ABSTRACT

The development of digital technologies has directly impacted several sectors, including the management of architecture, engineering, and construction (AEC) projects. Among the various digital technologies that have emerged in recent years, Virtual Reality (VR) stands out as a tool that can support the architectural design process by promoting a new modus operandi, in which the architect works immersed in the project under development. From this perspective, a research project was initiated to identify which stages of the design process VR can be adopted and what the potential benefits and drawbacks of implementing this technology in architectural project management are, considering it a support tool for the design process. The research adopts a literature review as its methodological approach. A qualitative methodology was applied, structured in the following stages: bibliographic review, analysis of VR application in the design process, and evaluation of the integration of BIM and VR in project management. The results indicate significant transformations in the architectural design process, particularly in terms of collaboration, visualization, and decision-making. However, no specific stage of application was revealed, as the technology's intended use depends largely on the project team.

Keywords: *Virtual Reality (VR); BIM; Project Management; Design Process; Digital Technologies; Architecture..*

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das tecnologias digitais tem impactado diretamente vários setores, entre eles a gestão de projetos de arquitetura, engenharia, construção e operação (AECO). Segundo Camargo (2020), a incorporação dessas novas tecnologias ao processo de desenvolvimento de projetos pode gerar transformações alinhadas às novas formas de projetar, planejar e obter resultados. Nesse cenário, Zancaneli *et al.* (2019) destacam a utilização de ambientes virtuais, por meio das Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA), como uma tendência crescente no desenvolvimento de projetos arquitetônicos, repercutindo na prática profissional. Essas tecnologias tem contribuído para tornar o processo de projeto mais interativo e colaborativo, ampliando as possibilidades de visualização e tomada de decisão ao longo do processo projetual.

Os conceitos de RA e RV são frequentemente confundidos, devido à proximidade entre as tecnologias e às semelhanças em suas formas de aplicação. De acordo com Araújo (2018), a RV proporciona uma experiência imersiva em um ambiente completamente virtual, onde o usuário interage exclusivamente com elementos digitais. Já a RA consiste na sobreposição de objetos virtuais ao mundo físico, criando interação entre o mundo virtual e o mundo real (Santos, 2020). Nesse estudo, o foco será direcionado à RV, por se tratar da análise da aplicação da tecnologia em processos de projeto ainda em fase de concepção.

De acordo com Safikhani *et al.* (2022) a RV é uma das tecnologias promissoras que podem aprimorar o processo de projeto, construção, e operação nos projetos de arquitetura, engenharia e construção. Os autores utilizam o termo para se referir à experiência virtual imersiva. Além disso, como destacam Bombarda *et. al.* (2020), contribui para agilizar e aprimorar as etapas de criação, compreensão e comunicação das ideias projetuais, sendo relevante em atividades como a apresentação, representação, simulação e avaliação de aspectos projetuais, como por exemplo, estudos de insolação, ventilação e fluxos de circulação. Assim como, Shehadeh *et al.* (2025) ressaltam que a RV também favorece a antecipação e mitigação de conflitos de projeto, gerando economia de tempo e recursos nos fluxos de trabalho.

Diante disso, o artigo tem como objetivo identificar em quais etapas do processo de projeto a RV pode ser aplicada, destacando seus principais benefícios e desafios de implementação. Como contribuição, o estudo propõe um mapeamento das fases projetuais em que a RV tem sido utilizada, com base na literatura recente, oferecendo uma análise crítica sobre sua integração do processo projetual em arquitetura. Além disso, busca-se realizar um comparativo entre a produção científica nacional e internacional no período de 2019 a 2025, com o intuito de compreender o estado da arte sobre o tema em diferentes contextos e identificar possíveis lacunas e tendências na adoção da RV no processo de projeto.

2 METODOLOGIA

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, fundamentada em revisão de literatura, com o intuito de investigar o potencial transformador da RV na gestão de projetos no setor da AECO, especialmente no que diz respeito ao aumento da eficiência na comunicação e da mitigação de erros ao longo do processo de projeto. O estudo foi estruturado em três etapas, sendo elas: levantamento bibliográfico, análise dos resultados e discussões a respeito da aplicação da integração do BIM e RV no processo e gestão de projeto.

Com o intuito de entender o estado da arte sobre o tema em âmbito nacional e internacional, foi estabelecido um protocolo de desenvolvimento, estruturado em etapas, onde a primeira delas consistiu na seleção de bases de dados, abrangendo a plataforma Scopus e anais de eventos acadêmicos reconhecidos na área de AEC, com foco em inovação e gestão de projetos construtivos. As conferências analisadas incluem: ENTAC (Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído), SBTIC (Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção), SBQP (Seminário Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto), SIBRAGEC (Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção).

Sendo assim, foram determinados dois direcionamentos para realizar a busca por artigos e trabalhos acadêmicos. Foram construídas *strings* (sequência de caracteres) de busca em português e inglês, projetada para abranger os principais conceitos relacionados ao tema da pesquisa. Foram utilizadas combinações estratégicas de termos-chave e operadores booleanos *"E"* e *"OU"*, assegurando que os estudos selecionados abordassem tanto tecnologias imersivas quanto métodos colaborativos no processo de projeto. A formulação da consulta foi estruturada com base em eixos temáticos específicos, detalhados no Quadro 1.

Quadro 1: Eixos temáticos da pesquisa

EIXO TEMÁTICO	PALAVRAS CHAVES E COMBINAÇÕES	
	BASE DE DADOS NACIONAIS	BASE DE DADOS INTERNACIONAIS
Processo de Projeto	"processo de projeto" OU "projeto de arquitetura"	"design process" OR "architectural design"
Tecnologias imersivas	"Realidade Virtual" OU "Realidade aumentada" OU "Realidade Mista"	"virtual reality" OR "augmented reality" OR "mixed reality"
Metodologias colaborativas	"projeto colaborativo" E "BIM"	"collaborative design" E "BIM"

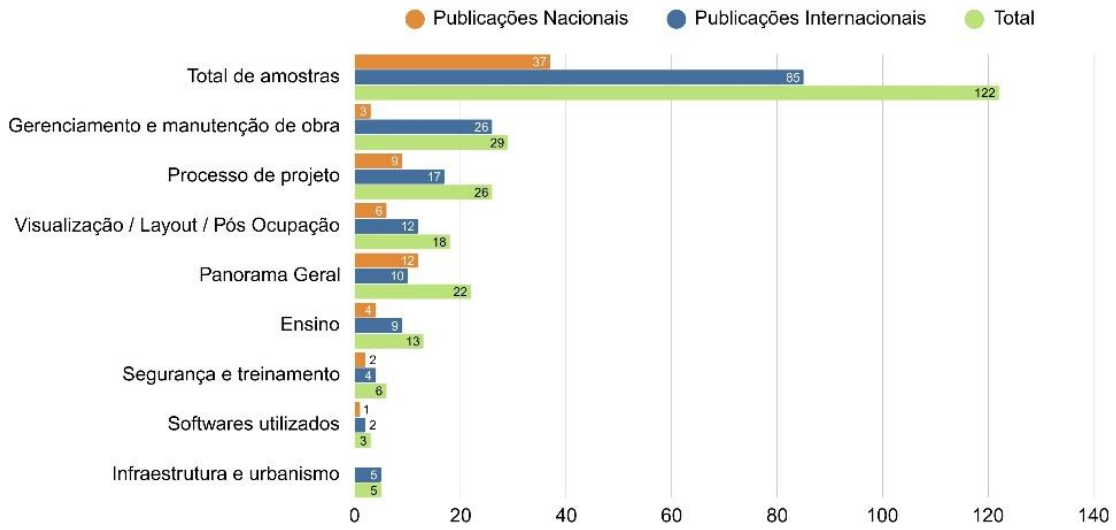
Fonte: Autores

O processo de filtragem para a busca foi limitado ao período de 2019 a 2025 (março), assegurando a inclusão de estudos recentes e alinhados às inovações tecnológicas no setor. Além disso, para manter o foco na área de interesse, a busca foi restrita ao campo das engenharias, considerando publicações indexadas em bases específicas dessa área do conhecimento.

3 RESULTADOS

Para a construção dos resultados, foram selecionados os estudos que mais dialogam com os eixos centrais da investigação (projeto colaborativo, aplicação da RV + BIM, e suas intersecções com o processo de projeto arquitetônico) com a intenção de assimilar o panorama atual da produção científica sobre o tema, identificando o estado da arte e permitindo uma análise comparativa entre as abordagens nacionais e internacionais. A triagem preliminar dos estudos encontrados, foi realizada a partir da análise de títulos e palavras-chave que revelou a aplicação das tecnologias imersivas em diferentes áreas da AEC. Dessa maneira optou-se por organizar as publicações por afinidade temática, com o objetivo de mapear as diferentes abordagens no setor e poder extrair a análise das discussões apenas dos estudos que tratam do processo de projeto. Na Figura 1, o gráfico revela o total de amostra de 122 publicações. Observa-se o número reduzido de publicações nos anais dos eventos nacionais (37) em comparação aos obtidos com a Base Scopus (85). O que demonstra uma predominância da produção científica estrangeira, o que já era esperado, considerando que se trata de publicações em âmbito mundial, enquanto os anais contemplam apenas produções brasileiras. Além disso, a Figura 1 demonstra o número de publicações por categorização, sendo mais recorrentes "Gerenciamento e manutenção de obra" com 29 publicações e "Processo de projeto", com 26. Embora haja um número expressivo de publicações na área do processo de projeto, o tema ainda se apresenta de forma bastante pulverizada, uma vez que as etapas do processo projetual são numerosas e cada estudo aborda apenas aspectos específicos da aplicação das tecnologias ao longo dessas fases.

Figura 1: Distribuição de Estudos por Categoria Temática.

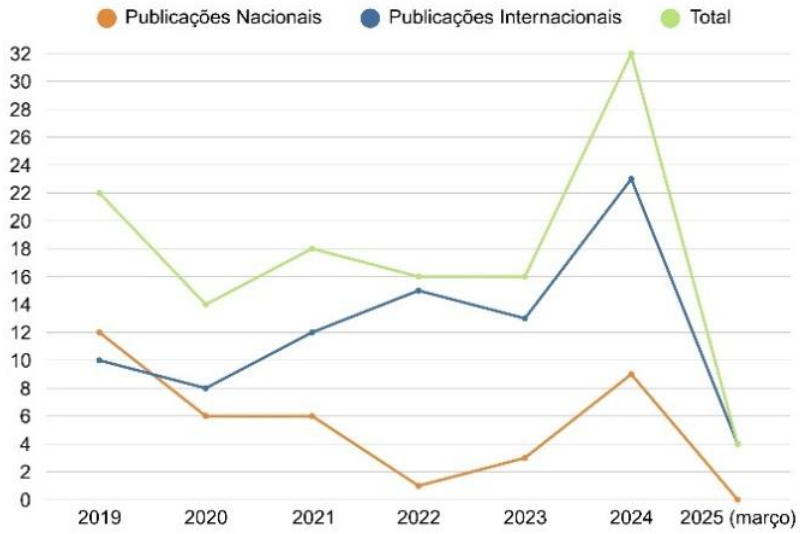


Fonte: As autoras.

O gráfico da Figura 2 evidencia uma tendência de crescimento nas publicações internacionais sobre o tema ao longo dos anos, com uma tendência de crescimento a partir de 2024. Já as publicações nacionais, embora

tenham flutuações, demonstram uma retomada recente após um período de baixa, o que pode indicar um interesse renovado no tema no contexto brasileiro.

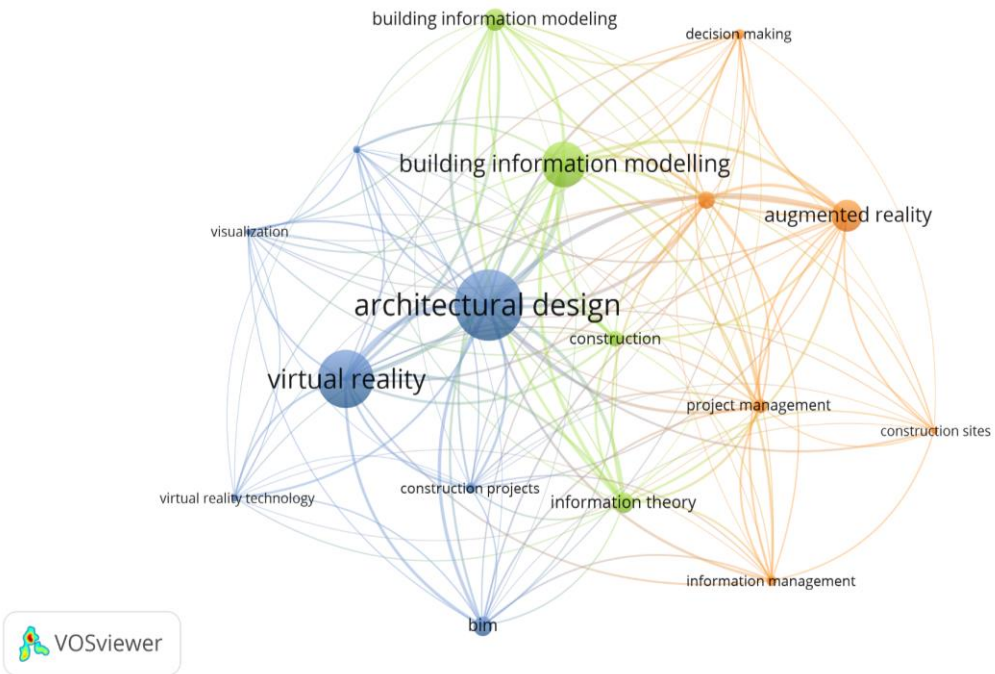
Figura 2: Evolução Temporal das Publicações Nacionais e Internacionais



Fonte: As autoras.

A Figura 3, mostra o diagrama gerado pelo software VOSviewer, representando o mapeamento das palavras chaves extraídas das publicações científicas internacionais. O termo "*architectural design*" ocupa a posição central, evidenciando sua relevância como foco principal abordado. Ao seu redor, formam-se três agrupamentos temáticos distintos, o primeiro, em azul, está associado à "*virtual reality*" e sua aplicação na visualização de projetos, em conexão com termos como "BIM", "*visualization*" e "*construction projects*". O segundo, em verde, gira em torno de "*building information modelling*", que aparece fortemente vinculado a tópicos como "*information theory*" e "*construction*", destacando seu papel na estruturação de dados e na modelagem digital do ambiente construído. E o terceiro, em laranja, concentra-se na "*augmented reality*", relacionada a termos como "*decision making*", "*project management*" e "*construction sites*", o que aponta para seu uso mais prático e operacional, especialmente em campo. Evidencia-se, portanto, a crescente integração entre BIM, realidade virtual e realidade aumentada no processo de projeto arquitetônico, com cada tecnologia contribuindo de forma complementar para as diferentes etapas da gestão e execução do projeto.

Figura 3: mapa de clusters de palavras chaves identificadas na revisão sistemática da base SCOPUS.



Fonte: As autoras.

Com base nesses resultados e da categorização das publicações, os 26 estudos encontrados que tratam da aplicação de tecnologias associadas ao BIM no processo colaborativo de projeto (Figura 1), serviram de fundamentação para as discussões desenvolvidas ao longo deste trabalho.

4 DISCUSSÕES

A análise dos temas dos 26 estudos, 9 nacionais e 17 internacionais, trazem propostas interessantes na aplicação da RV no processo projetual, e revelam limitações enfrentadas em sua implementação.

Andrade *et. al,* (2019) elabora um mapeamento do processo projetual onde a RV assume seu papel enquanto simulacro (imagem que imita uma coisa ou pessoa), delineando o papel da RV no processo de projeto, que resulta na proposição de uma metodologia para sua aplicação em duas abordagens distintas. Em uma delas, o processo segue uma estrutura sequencial e linear, iniciando pela definição do problema, seguida pela proposição de uma solução, modelagem digital, simulação em realidade virtual, diagnóstico dos resultados e, por fim, a tomada de decisão. Trata-se de uma abordagem mais tradicional, em que a análise ocorre após a experimentação, permitindo validar ou revisar as soluções propostas com base na simulação. Já a segunda abordagem apresenta um fluxo mais dinâmico, em que a simulação e a análise acontecem simultaneamente. Nesse caso, o modelo digital é constantemente atualizado durante a experiência em RV, permitindo que os participantes ajustem a solução em tempo real conforme interagem com o ambiente virtual. Essa abordagem favorece a flexibilidade e comunicação, tornando o processo projetual mais integrado e colaborativo. Em ambas as experiências, a realidade virtual atua como elemento central, sendo fundamental para apoiar a análise espacial, a visualização e a tomada de decisões embasadas na experiência imersiva.

Mandola *et. al*, (2021), autora que se destaca em relação ao número de publicações com enfoque na aplicação das realidades imersivas na prática do processo colaborativo, alerta que apesar dos avanços tecnológicos das simulações virtuais no processo de projeto colaborativo, pouco se fala dos parâmetros necessários para assegurar um desempenho adequado das simulações virtuais imersivas e, assim, propiciar um ambiente confortável, seguro e que encoraja a participação dos usuários. Conforme destacam Jin *et al.* (2020) no projeto arquitetônico, a colaboração eficaz é essencial, pois é um trabalho que deve ser desenvolvido em equipe uma vez que arquitetos frequentemente trabalham também com profissionais de outras disciplinas, por isso deve-se incentivar a colaboração eficaz, o compartilhamento de ideias e conhecimentos do projeto entre os envolvidos para lidar com problemas complexos, que são sintetizados por questões multidisciplinares.

Quando se trata de gestão de processo projetual, o BIM é fortemente mencionado pelos autores, pois é uma metodologia que vem se consolidando, gradualmente, como o novo padrão para o desenvolvimento de projetos na indústria da construção civil. Essa combinação amplia significativamente as possibilidades de atuação ao longo de diversas etapas do processo projetual, transformando positivamente a percepção do arquiteto, do cliente e dos demais envolvidos. Ao romper com a lógica convencional de projetar, a RV contribui para acelerar e qualificar as etapas de criação, compreensão e comunicação das ideias arquitetônicas, promovendo uma experiência mais imersiva, interativa e eficaz (Santos, 2020). No entanto, para que essa integração gere resultados efetivos, é fundamental compreender os fluxos de trabalho e definir estratégias de implementação adequadas, garantindo o uso coordenado e otimizado dessas tecnologias no ambiente da construção.

Zhou, *et. al*., (2024) traçam uma estrutura da aplicação do BIM e RV nas etapas projetuais em edificações pré-fabricadas, que visa melhorar a qualidade da fase de projeto por meio do uso de dados integrados, da visualização imersiva, da plataforma colaborativa de projeto e da simulação dinâmica e otimização de soluções. A integração entre os dados arquitetônicos do BIM e os recursos imersivos da RV propicia um ambiente colaborativo e altamente visual que aprimora significativamente o processo de projeto. Essa combinação permite enfrentar desafios como a incerteza sobre os resultados arquitetônicos e dificuldades no controle do projeto, ao reduzir erros provenientes de informações assimétricas e aumentar a precisão e eficiência projetual. Por meio de uma plataforma colaborativa com *feedback* contínuo, torna-se possível minimizar conflitos, ampliar a percepção espacial e realizar análises aprofundadas, como revisão de projeto, detecção de conflitos e simulações sustentáveis. Além disso, as simulações tridimensionais e experiências interativas em RV facilitam a comparação e otimização de propostas, elevando a qualidade e o desempenho dos projetos desde as etapas iniciais.

Hadavi, *et al.*, (2024), destaca que a combinação do BIM com tecnologias de realidade estendida (realidade virtual, aumentada ou mista) tem se mostrado uma estratégia para ampliar ainda mais os ganhos em produtividade e integração. As principais vantagens de sua adoção estão associadas à qualidade e à riqueza das informações inseridas no modelo, tornando-o uma abordagem processual e estruturada baseada em um modelo virtual inteligente que visa aumentar a eficiência ao longo de todas as fases do ciclo de vida do projeto. Os autores também fazem uma simulação do processo de projeto que ele chama de "*BIM-to-Metaverse*", uma

proposta que integra tecnologias BIM, realidades estendidas e metaverso para transformar as etapas de projeto e construção. A proposta é estruturada por meio da metodologia, que organiza o processo em entradas, controles, mecanismos e saídas, facilitando o entendimento e a comunicação entre os participantes. Ele retrata um cenário onde as reuniões de projeto acontecem globalmente com todos os envolvidos representados por avatares em um ambiente virtual com o modelo BIM em forma de holograma sobre uma mesa digital. A equipe pode revisar o projeto, simular o progresso com dados de drones e câmeras 360°, e tomar decisões em tempo real. A fase de projeto envolve a criação e visualização do modelo 3D, desenvolvimento de cronogramas e orçamentos, atualização e conversão do modelo BIM para o metaverso, seguido de revisões colaborativas.

Assim como esses, os estudos analisados se concentraram em compreender a capacidade da combinação do BIM e RV, entretanto, as pesquisas mencionadas a seguir, revelaram algumas limitações técnicas que ainda persistem no estado atual da tecnologia, o que pode restringir sua aplicação e adoção em larga escala. Shehadeh *et. al.*, (2025), aponta que razões econômicas, como os altos investimentos necessários em equipamentos específicos, é um dos principais fatores que retardam a aplicação mais efetiva da tecnologia. Além disso, outro fator que impede o avanço da implementação é a curva de aprendizado e a necessidade de treinamento dos profissionais, além da necessidade de integração com outras tecnologias e sistemas existentes (Mandola, *et. al*, 2022). De acordo com Prabhakaran, *et. al.*, (2022), a literatura tem apontado desafios enfrentados por equipes de projeto virtuais, como questões relacionadas à comunicação, ao desenvolvimento de confiança e ao controle de qualidade de aplicações. É um processo complexo e os requisitos de infraestrutura para seu desenvolvimento demandam muitos recursos. Assim como, afirma Aung *et. al*., (2022), os modelos 3D complexos podem reduzir a eficiência de visualização, aumentar a carga de processamento e demandar mais espaço de armazenamento ao serem utilizados em dispositivos. Outra limitação identificada por Khorchi *et. al.,* (2024), é a ausência de integração bidirecional entre os ambientes imersivos de RV e os softwares de modelagem BIM, a maior parte das aplicações de RV permanecem restritas à visualização de modelos, sem permitir a troca efetiva de dados e comentários entre a plataforma imersiva e o ambiente de projeto. Essa limitação compromete o potencial colaborativo das reuniões de coordenação virtual, especialmente em contextos que demandam interoperabilidade e decisões conjuntas utilizando diferentes sistemas.

Com base na literatura analisada, observa-se que a integração entre o BIM e as tecnologias imersivas, nesse caso, a RV, representa um avanço importante no aprimoramento do processo projetual no setor da construção civil, oferecendo ganhos em visualização e colaboração em diversas etapas do ciclo de vida do projeto. Essa integração tem capacidade para transformar práticas tradicionais, promover decisões mais embasadas e ampliar a comunicação entre as equipes envolvidas, principalmente em contextos remotos e multidisciplinares. No entanto, para que os benefícios oferecidos por essa integração possam ser atingidos, ainda é necessário enfrentar uma série de desafios técnicos e operacionais. Essas limitações, indicam que a adoção em larga escala dessas tecnologias depende não apenas do aprimoramento das ferramentas e da infraestrutura disponível, mas também da construção de fluxos de trabalho integrados, acessíveis e colaborativos, capazes de articular os benefícios da imersão com a precisão dos modelos informacionais. Portanto, a consolidação de uma abordagem de fato colaborativa na arquitetura e construção requer avanços tanto tecnológicos quanto metodológicos, além de uma mudança cultural nos processos de projeto e gestão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada evidenciou a RV como uma ferramenta com alta capacidade de aprimoramento do processo de projetos em AEC e que a integração entre o BIM e as tecnologias imersivas, especialmente a RV, tem proporcionado transformações significativas no processo de projeto arquitetônico, sobretudo no que tange à colaboração, visualização e tomada de decisão, e pode ser adotada desde a concepção até a fase de finalização do processo de projeto.

A revisão da literatura demonstra que a RV proporciona benefícios relevantes. No entanto, a aplicação dessa tecnologia ainda enfrenta algumas limitações que comprometem seu total aproveitamento. A ausência de integração bidirecional entre ambientes imersivos e plataformas BIM, a complexidade, altos custos de implementação e falta de capacitação são barreiras que precisam ser superadas e requer investimentos contínuos em tecnologia e capacitação, além de uma mudança cultural nas organizações para adotar novas metodologias de trabalho.

Evidencia-se também que a aplicação da RV no processo projetual não se trata apenas de uma questão de visualização dos resultados, mas também de um processo capaz de manipular o espaço e o objeto concebido durante a própria atividade de concepção, permitindo a avaliação e análise permanente do modelo produzido e, ao mesmo tempo, oferecer liberdade para a inspiração e o direcionamento criativo do processo. E quando associada aos modelos BIM, a RV direciona seu alcance para além de uma ferramenta de visualização e

concepção do espaço, tornando-se uma ferramenta eficaz para gestão de projetos de arquitetura uma vez que possibilita o aumento da assertividade, a antecipação de problemas, facilitação da colaboração entre os membros da equipe envolvida e seus usuários, reduzindo custos e minimizando erros.

Cabe ressaltar que o tema ainda vem sendo pouco explorado pelos pesquisadores brasileiros uma vez que o número de artigos resgatados pela pesquisa realizada é significativamente inferior àquele identificado na base Scopus. Isso pode indicar uma oportunidade a ser explorada em trabalhos futuros, considerando o grande potencial oferecido pela ferramenta.

Diante disso, é fundamental que novas pesquisas e iniciativas tanto acadêmicas quanto profissionais se dediquem ao aprimoramento da metodologia de processo projetual, à estruturação de fluxos de trabalho integrados e à popularização do uso dessas tecnologias. Além disso, destaca-se a importância de fomentar a capacitação dos profissionais da área para que possam explorar os recursos do BIM e da RV como técnicas estratégicas no desenvolvimento de projetos. Assim, a consolidação de práticas projetuais digitais colaborativas não apenas otimiza o processo de projeto, mas também redefine o papel dos arquitetos e engenheiros na construção.

6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. As autoras também agradecem o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.L.V.X; ASSIS, J.H.G.; BROCHARDT, M.M.S.A. Projeto Arquitetônico na Era da Realidade Virtual. In: **Simpósio Brasileiro De Tecnologia Da Informação E Comunicação Na Construção**, 2., 2019, Campinas, SP. Anais[...] Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/155155

AUNG, P.P.W.; CHOI, W.; KULINAN, A.S.; CHA, G.; PARK, S. Three-Dimensional Engine-Based Geometric Model Optimization Algorithm for BIM Visualization with Augmented Reality. **Sensors 2022**, 22, 7622. Acesso em: 13 mar. 2025.

ARAÚJO, Alan Nóbrega Dantas De. Uso De Realidade Aumentada Como Auxilio Para Concepção De Projetos Arquitetônicos Em Bim: Experimentos De Pesquisa Aplicada Desenvolvida Em Disciplinas De Modelagem E Bim No Curso De Arquitetura E Urbanismo Da Ufpb Entre 2015 E 2017. Dissertação de mestrado. 138 p. **Universidade Federal da Paraíba. Centro de Tecnologia.** João Pessoa, Paraíba, 2018. Acesso em: 18 set. 2024.

BOMBARDA, N. D. S.; SILVA, T. L. D. Humanização em Ambientes Hospitalares e o Uso da Realidade Virtual Aliada à Arquitetura. In: **Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído**, 18., 2020, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2020. Acesso em: 16 mar. 2025.

CAMARGO, H. F. A Utilização Da Realidade Virtual Por Meio Da Metodologia Bim Em Projetos De Arquitetura E Engenharia Do Exército Brasileiro. Dissertação de mestrado. **Universidade de Brasília. Departamento de administração.** Brasília, Distrito Federal, 2020. Acesso em: 10 set. 2024.

HADAVI, A.; SEPEHR, A. From BIM to metaverse for AEC industry. **Automation in Construction**, v. 160, p. 105248–105248, 2024. Acesso em: 13 mar. 2025.

JIN, Y.; SEO, J.; LEE, J. G.; AHN S.; HAN, S.U. BIM-Based Spatial Augmented Reality (SAR) for Architectural Design Collaboration: A Proof of Concept. **Applied Sciences**, v. 10, n. 17, p. 5915, 26 ago. 2020. Acesso em: 10 set. 2024. Acesso em: 13 mar. 2025.

KHORCHI, A.; BOTON, C. An OpenBIM-based 4D approach to support coordination meetings in virtual reality environments. **Journal of building engineering**, v. 85, p. 108647–108647, 1 maio 2024. Acesso em: 13 mar. 2025.

PRABHAKARAN, A.; MAHAMADU, A. M.; MAHDJOUBI, L.; BOGUSLAWSKI, P. BIM-based immersive collaborative environment for furniture, fixture and equipment design. **Automation in Construction.** https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104489. 18 July 2022. Acesso em: 13 mar. 2025.

MANDOLA, J. B.; GRATON, F. G.; IMAI, C. Uma Análise Bibliométrica da Produção Científica sobre BIM e Realidade Virtual. In: **Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construido**, 19., 2022, Canela. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-12.

MANDOLA, J. B.; GRATON, F. G.; IMAI, C. Simulações Virtuais Imersivas em Projetos Arquitetônicos: Os motores de jogos como prática do projeto colaborativo. In: **Simpósio Brasileiro De Qualidade Do Projeto**, 7., 2021, Londrina. Anais... Londrina: PPU/UEL/UEM, 2021. p. 1 10. DOI https://doi.org/10.29327/sbqp2021.438146

SAFIKHANI, S., KELLER, S., SCHWEIGER, G., & PIRKER, J. (2022). Immersive virtual reality for extending the potential of building information modeling in architecture, engineering, and construction sector: systematic review. ***International Journal of Digital Earth***, *15*(1), 503–526. https://doi.org/10.1080/17538947.2022.2038291

SANTOS, Letícia Mendes. Augmented Reality in architecture offices: the future combining physical and digital space. 2020. 90 p. **Monograph (Specialization in Project Management in Construction)** – Polytechnic School, University of São Paulo, São Paulo, 2020. Acesso em: 18 set. 2024.

SHEHADEH, A.; ALSHBOUL, O. Enhancing Engineering and Architectural Design Through Virtual Reality and Machine Learning Integration. **Buildings 2025**, 15, 328. https://doi.org/10.3390/buildings 15030328. Acesso em: 13 mar. 2025.

ZANCANELI, M. A.; CHAGAS, I.; BRAIDA, F.; FERREIRA, I.M. Os softwares de realidade virtual para o projeto de arquitetura na era da quarta revolução industrial: uma análise comparativa. In: **Simposio Brasileiro De Tecnologia Da Informação E Comunicação Na Construção**, 2., 2019, Campinas, SP. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/112. Acesso em: 10 set. 2024.

ZHOU, M.; WANG, J.; YU, B.; CHEN, K. A Quality Management Method for Prefabricated Building Design Based on BIM and VR-Integrated Technology. **Appl. Sci.** 2024, 14. Acesso em: 13 mar. 2025.