XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8953

Visualização Imersiva para Ambientes de Saúde: um processo de integração entre BIM e realidade virtual

Immersive Visualization for Healthcare Environments: an integration process between BIM and virtual reality

Laurinne Oliveira
Universidade Federal da Bahia | Salvador | Brasil | laurinne.oliveira@ufba.br
Paula Pontes Mota
SIPPRO | Birmingham | Reino Unido | paula.mota@sipproeng.com
Lorena Claudia de Souza Moreira
Universidade Federal da Bahia | Salvador |Brasil | lorenasm@ufba.br

Resumo

A arquitetura hospitalar caracteriza-se por sua elevada complexidade técnica, demandando a integração de requisitos clínicos, funcionais e normativos. As limitações inerentes à visualização bidimensional dos projetos reforçam a necessidade de ferramentas que possibilitem a análise espacial e a visualização antecipada de áreas críticas, como Unidades de Terapia Intensiva (UTI). Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa é visualizar projetos de ambientes de saúde em Realidade Virtual (RV), por meio da criação de um processo de desenvolvimento utilizando o modelo BIM. A metodologia adotada foi a *Design Science Research* (DSR), adequada à proposição e avaliação de artefatos voltados à solução de problemas práticos. Como resultados, obteve-se um fluxograma detalhado do processo de integração BIM–RV, e a criação de uma aplicação imersiva e funcional para visualização da área de UTI no dispositivo Meta Quest. Na etapa seguinte foi aplicado o Questionário de Avaliação de Presença em Ambiente de Realidade Virtual para a validação da proposta. Em síntese, o estudo comprova a viabilidade da integração entre BIM e RV evidenciando seu potencial como processo de visualização possibilitando apoio à análise de fluxos operacionais e à tomada de decisão em projetos de ambientes de saúde ainda na fase de concepção.
Palavras-chave: BIM. Realidade Virtual. Ambientes de Saúde. Avaliação de presença.

Abstract

Hospital architecture is characterized by its high technical complexity, demanding the integration of clinical, functional, and regulatory requirements. The limitations inherent in the two-dimensional visualization of projects reinforce the need for tools that enable spatial analysis and the early visualization of critical areas, such as Intensive Care Units (ICU). Therefore, the objective of this research is to visualize healthcare environment designs in Virtual Reality (VR) by developing a process based on the BIM model. The methodology adopted was Design Science Research (DSR), which is well-suited to proposing and evaluating artifacts to solve practical problems. As a result, a detailed flowchart of the BIM-VR integration process was obtained, and an immersive and functional application for visualizing the ICU area on the MetaQuest device was created. In the next stage, the Presence Assessment Questionnaire for Virtual Environments was applied to validate the proposal. In summary, the study proves the feasibility of integrating BIM and VR, highlighting its potential as a visualization process that supports the analysis of operational flows and decision-making in healthcare environment projects, even in the design phase.
Keywords: BIM. Virtual Reality. Healthcare Environments. Presence Assessment.

OLIVEIRA, L.; MOTA, P.; MOREIRA, L. Visualização Imersiva para Ambientes de Saúde: um processo de integração entre BIM e realidade virtual. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8953

INTRODUÇÃO

A arquitetura de ambientes de saúde é reconhecida por sua elevada complexidade técnica, envolvendo tecnologia avançada, como sistemas de apoio à vida, equipamentos médico-hospitalares de alta precisão e infraestrutura predial especializada. Além disso, o desenvolvimento de ambientes de saúde demanda processos profissionais especializados, incluindo a coordenação multidisciplinar entre equipes de projeto, equipes clínicas e gestores hospitalares. Soma-se a isso a necessidade de integrar uma multiplicidade de requisitos técnicos e construtivos, como conforto ambiental, segurança do paciente e manutenção operacional [1], [2]. Dito isso, o desenvolvimento dos projetos de ambientes de saúde gera um desafio significativo, principalmente em relação à tomada de decisões que impactam diretamente no processo de atuação das equipes clínicas e na segurança do paciente, uma vez que a disposição física dos espaços pode influenciar, por exemplo, na produtividade das equipes, ou mesmo no tempo de recuperação dos pacientes [2], [3].

Embora o *Building Information Modelling* (BIM) tenha ajudado os projetos a avançarem na centralização da informação técnica, na compatibilização de infraestruturas e na visualização de espaços, a comunicação entre equipes multidisciplinares ainda enfrenta dificuldades quando se trata de edificações complexas como ambientes hospitalares. Essas visualizações são frequentemente consideradas difíceis de interpretar por profissionais de outras áreas [4], [3]. Nesse contexto, a Realidade Virtual (RV) imersiva surge como uma tecnologia que permite a visualização e a interação com ambientes 3D ainda na fase projetual. No contexto hospitalar, por exemplo, a RV pode ser utilizada para simular cenários clínicos, testar layouts de salas cirúrgicas e melhorar a comunicação entre as equipes de projeto, equipes clínicas e gestores hospitalares [1].

A integração BIM-RV aponta para a utilização de motores de jogo (*game engines*), como a plataforma Unity, para transformar modelos estáticos em ambientes interativos e dinâmicos. Estas tecnologias permitem que *stakeholders* visualizem e interajam com o projeto, o que contribui para a mitigação de erros, redução de retrabalho e economia de recursos durante a fase de projeto e construção [1], [4]. Entretanto, a transição direta entre o *software* BIM e o motor de jogo apresenta desafios técnicos, especialmente na conversão de dados e na compatibilidade de formatos, sendo necessário por vezes simplificar geometrias complexas para garantir o desempenho do sistema em dispositivos de RV [2], [5].

Com o desenvolvimento de óculos (*headsets*) de Realidade Mista (RM), como por exemplo os dispositivos *standalone* do Meta Quest, é possível obter o ambiente imersivo mais acessível e robusto, eliminando a necessidade de conexões por cabo e facilitando a participação de um número maior de especialistas que aprofundaram os estudos de percepção [6].

Embora estudos recentes indiquem o potencial da integração entre BIM e RV para apoiar a visualização e a tomada de decisão em projetos de ambientes complexos, ainda há lacunas quanto à sistematização dos processos de interoperabilidade entre plataformas BIM, ferramentas intermediárias de tratamento de modelos e dispositivos imersivos. Em especial, observa-se que a literatura ainda documenta de forma limitada as decisões operacionais necessárias para preservar geometria, materiais, hierarquias de objetos e desempenho gráfico durante a conversão de modelos BIM para ambientes de RV.

Diante dessa possibilidade, o objetivo desta pesquisa é visualizar projetos de ambientes de saúde em realidade virtual, e explicitar o fluxograma do processo de criação da aplicação, utilizando o modelo BIM, a plataforma Unity e o dispositivo Meta Quest 3. A contribuição científica deste estudo consiste na proposição, documentação e avaliação inicial de um fluxo de trabalho BIM-RV replicável para ambientes de saúde, evidenciando as etapas, limitações e estratégias de mitigação associadas à interoperabilidade entre diferentes ferramentas.

METODOLOGIA

A condução desta investigação fundamenta-se na *Design Science Research* (DSR), uma abordagem metodológica que aprimora a observação de fenômenos para focar na criação e avaliação de artefatos para resolver problemas práticos [7]. Essa abordagem é orientada à prescrição, sendo aplicada para pesquisas tecnológicas que visam soluções práticas para problemas do mundo real.

O delineamento do processo seguiu as etapas propostas por [7]: (i) conscientização do problema que, por meio de revisão bibliográfica, buscou-se publicações para um entendimento do contexto, formalizando o problema a ser solucionado; (ii) proposição e desenvolvimento dos artefatos, com a criação de aplicação em RV imersiva de uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI) a ser experienciado no dispositivo Meta Quest 3 a partir de modelo BIM e elaboração do fluxograma desse processo; e (iii) avaliação do artefato, a partir da aplicação de um Questionário de Avaliação de Presença em Ambiente de Realidade Virtual (QAPEAV).

O QAPEAV foi desenvolvido com base em instrumentos de avaliação de presença em ambientes virtuais a partir de [8] e [9], contemplando dimensões relacionadas à presença espacial, realismo percebido e interação com o ambiente virtual. As opções de respostas ao questionário foram baseadas na escala *Likert* em que o usuário indica o grau de concordância com cada afirmação, sendo: 1 = Discordo totalmente; 2 = Discordo parcialmente; 3 = Nem discordo, nem concordo; 4 = Concordo parcialmente; e 5 = Concordo totalmente.

O experimento foi conduzido de modo que cada participante tivesse disponível aproximadamente 40 segundos para explorar o ambiente virtual da UTI, por meio dos óculos Meta Quest 3. A experiência ocorreu com os participantes posicionados em pé, permitindo deslocamento controlado no espaço virtual até um limite previamente definido, representado graficamente por um círculo demarcado no piso do ambiente virtual. Concluída a etapa de imersão, os participantes responderam às afirmações do QAPEAV elencadas a seguir:

1. Durante a experiência, tive a sensação de estar imerso(a) no ambiente virtual, e não apenas observando uma representação digital.
2. Percebi minhas ações e movimentos como ocorrendo dentro do ambiente virtual, e não como comandos externos a ele.
3. Consegui compreender e me orientar espacialmente no ambiente virtual, reconhecendo posições, distâncias e direções.
4. Senti que era possível explorar o ambiente virtual de forma ativa, observando seus elementos a partir de diferentes pontos de vista.
5. Durante a experiência, minha atenção esteve predominantemente direcionada ao ambiente virtual, com pouca interferência do ambiente físico real.
6. Em função do nível de envolvimento com a experiência virtual, tive redução da percepção do tempo real.

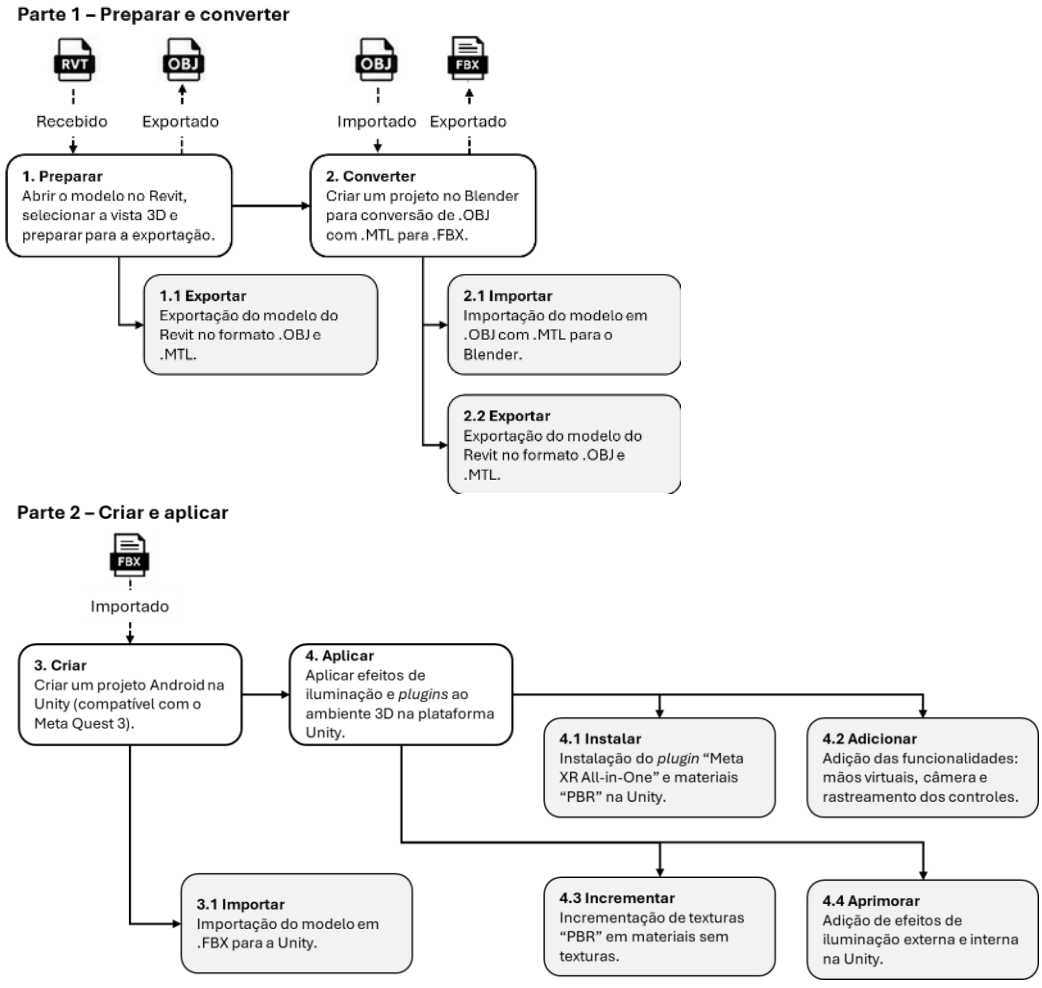
7. O ambiente virtual apresentou-se coerente e consistente, sem interrupções que comprometessem a continuidade da experiência.
8. A interação com o ambiente virtual ocorreu de maneira natural e intuitiva, sem exigir esforço cognitivo excessivo.
9. O nível de realismo do ambiente virtual foi suficiente para provocar reações semelhantes às que eu teria em um ambiente real.
10. Ao final da experiência, permaneci com a sensação subjetiva de "estar presente" no ambiente virtual, mesmo reconhecendo seu caráter simulado.

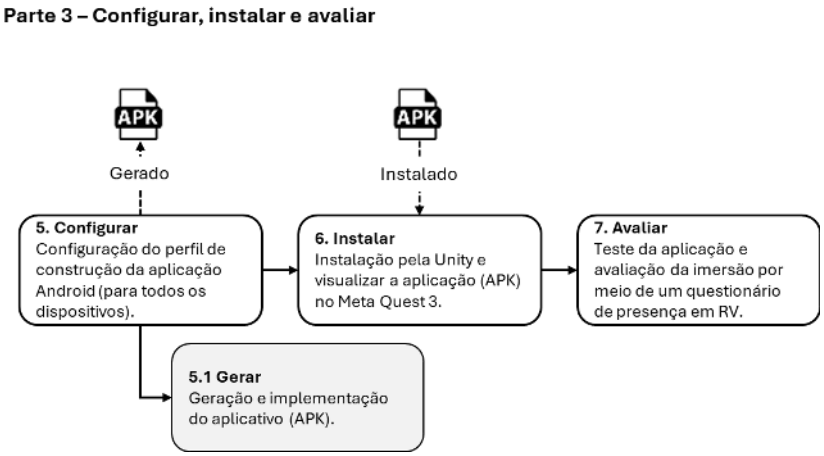
Além disso, foi solicitado aos participantes que identificassem o ambiente em que eles estavam imersos e, que respondessem a perguntas referentes ao seu perfil, elencadas a seguir: 1 – Qual a sua faixa etária? 2 – Qual o seu gênero? 3 - Qual a sua escolaridade máxima? e 4 – Você já utilizou alguma vez algum dispositivo de RV?

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O fluxograma do processo de criação da aplicação está representado na Figura 1, sendo apresentado como síntese das etapas metodológicas adotadas para viabilizar a interoperabilidade entre as plataformas BIM e de Realidade Virtual, com foco na preservação da informação geométrica e visual ao longo do processo.

Figura 1: Fluxograma do processo de criação da aplicação





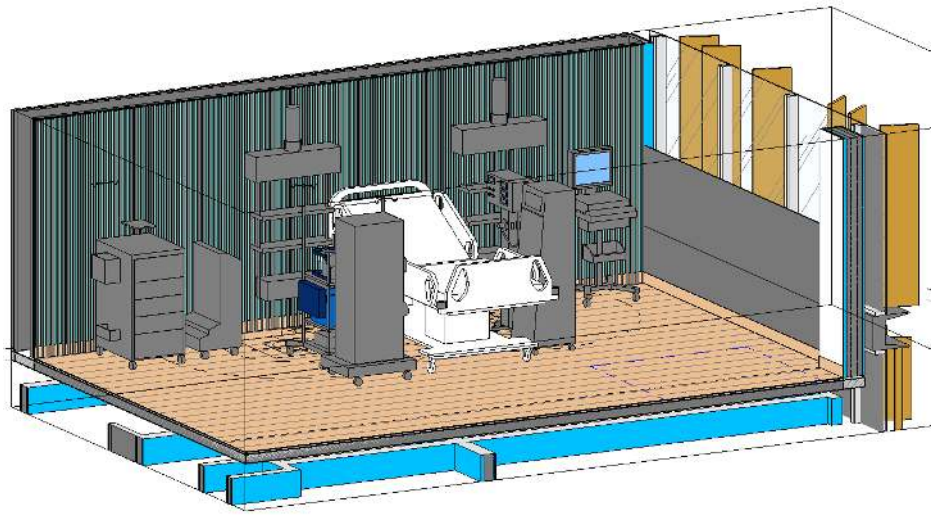
Fonte: as autoras.

Diferentemente de abordagens puramente operacionais, este trabalho busca contribuir para a sistematização de um fluxo interoperável entre ferramentas amplamente utilizadas na indústria (BIM-RV), evidenciando limitações práticas e estratégias de mitigação, especialmente no que se refere à preservação de materiais, hierarquias e desempenho em ambientes imersivos.

Para a implementação da RV imersiva foi utilizado um modelo BIM de um ambiente hospitalar do tipo UTI, cedido pela empresa SIPPRO Engenharia. O modelo foi desenvolvido na ferramenta Autodesk Revit 2024 e já incorporava os Equipamentos Clínicos Hospitalares (ECH) necessários à criação da aplicação. Com o modelo em mãos, foi realizada a seleção da vista 3D mais adequada à aplicação proposta. Essa etapa teve como objetivo verificar a consistência geométrica e informacional do modelo, bem como realizar ajustes para isolar os componentes relevantes à simulação em RV (Figura 2).

Ainda na plataforma Autodesk Revit, houve a exportação do modelo BIM para a engine Unity, nos formatos *.OBJ e *.MTL, com o objetivo de preservar a integridade da geometria, bem como as propriedades de materiais e texturas originais do modelo. A escolha da Unity fundamentou-se em sua disponibilidade gratuita, compatibilidade com o dispositivo Meta Quest 3 e existência de suporte ao desenvolvimento de aplicações em Realidade Virtual, permitindo programação customizável para interações imersivas e personalizadas.

Figura 2: Perspectiva da UTI, no Revit



Fonte: as autoras.

Entretanto, durante a importação direta na Unity, foram identificadas inconsistências no processo, o que demandou a inserção de uma etapa intermediária utilizando a ferramenta Blender. A justificativa para a adoção dessa ferramenta foi a sua capacidade de manipulação de malhas e gestão de materiais em comparação com a importação direta na Unity. No Blender, os arquivos *.OBJ e *.MTL foram processados com o objetivo de restabelecer a associação correta entre geometria e materiais originais do modelo.
Após o refinamento no Blender, o modelo foi exportado no formato *.FBX, que ofereceu uma maior estabilidade na transferência de hierarquias de objetos e texturas. Durante essa etapa, realizou-se uma verificação detalhada das texturas associadas ao modelo. Embora o fluxo intermediário via Blender tenha permitido a recuperação da maioria dos materiais, alguns elementos ainda permaneceram sem definição adequada. Para estes casos, foram aplicadas texturas no padrão *Physically Based Rendering* (PBR) obtidos na loja de ativos da *Unity Asset Store*.

A necessidade de inserir o Blender como etapa intermediária confirma os desafios de interoperabilidade BIM-RV apontados na literatura, especialmente quanto à conversão de formatos e à preservação de materiais e hierarquias de objetos. Esse achado evidencia uma limitação recorrente nos fluxos BIM-RV: a perda parcial de informação semântica e de materiais durante a interoperabilidade, o que reforça a necessidade de investigações futuras voltadas à preservação não apenas da geometria, mas também de dados paramétricos (como o Level of Development ou o Level of Information - LOD/LOI), permitindo consultas interativas no ambiente virtual.

Esse resultado corrobora com a discussão sobre a integração BIM-RV ao mostrar que a preservação da geometria, embora essencial, não é suficiente para garantir a completa transferência do modelo BIM para ambientes imersivos. A perda parcial de materiais e informações associadas aos objetos indica que os fluxos atuais ainda apresentam limitações para os usos mais avançados, como acesso aos dados paramétricos, validação de requisitos de projeto e apoio à tomada de decisão baseada em informações não geométricas.

Na mesma etapa, procedeu-se à configuração do sistema de iluminação, combinando o tipo direcional e pontual, com o objetivo de aproximar a percepção luminosa do modelo às condições típicas de um ambiente hospitalar real, além de potencializar a legibilidade espacial durante a navegação em RV (Figura 3).

Figura 3: Visualização da UTI na Unity, após a inserção de materiais e iluminação



Fonte: as autoras.

Após a preparação do modelo, incluindo ajustes de materiais e configuração de iluminação, a etapa seguinte consistiu na transformação da cena 3D em um ambiente funcional de RV. Para essa finalidade, utilizou-se o *Meta XR All-in-One SDK*, disponibilizado na loja da Unity, responsável por habilitar os recursos de visualização imersiva no Meta Quest 3. A etapa seguinte consistiu na instalação e teste da aplicação no referido dispositivo.

Esse fluxo demonstra que a viabilização de aplicações imersivas a partir de modelos BIM depende de uma sequência de decisões técnicas que influenciam diretamente a qualidade da experiência em RV. A escolha dos formatos de exportação, o tratamento das texturas, a configuração da iluminação e a preparação da cena para o dispositivo Meta Quest 3 impactaram não apenas o desempenho da aplicação, mas também a capacidade dos participantes de compreender espacialmente o ambiente hospitalar.

Do ponto de vista dos resultados, observa-se que a principal contribuição do processo não reside apenas na viabilização técnica da visualização, mas na estruturação de um fluxo replicável que evidencia decisões de interoperabilidade, frequentemente pouco documentadas na literatura aplicada. No entanto, a análise realizada neste estudo concentrou-se predominantemente em métricas perceptivas, não sendo possível, nesta etapa, quantificar impactos objetivos da utilização da RV, como redução de erros de projeto. Por fim, destaca-se a necessidade de aprofundamento da avaliação da aplicação em contextos reais de projeto, especialmente com a participação de stakeholders clínicos, permitindo a definição de métricas de usabilidade, desempenho e apoio à decisão. Tal abordagem pode contribuir para demonstrar, de forma mais objetiva, os benefícios da Realidade Virtual no processo de concepção e validação de ambientes hospitalares.

AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO

Com relação a avaliação da aplicação, foi realizado em um único dia com 5 participantes com perfil caracterizado por faixas etárias diversas (de 18 a 59 anos) e gêneros masculino e feminino, com escolaridade variando entre superior incompleto (2 respondentes) e superior com especialização (3 respondentes). Dos 5 participantes, 3 já haviam utilizado óculos de realidade virtual e 2 nunca tinham experimentado. Os dados da caracterização do usuário estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Perfil dos participantes

ID	Faixa Etária	Gênero	Escolaridade	Experiência com RV?
A	45 a 49 anos	F	Superior com especialização	Sim
B	55 a 59 anos	F	Superior com especialização	Sim
C	25 a 29 anos	M	Superior incompleto	Não
D	50 a 54 anos	F	Superior com especialização	Não
E	18 a 24 anos	F	Superior incompleto	Sim

Fonte: as autoras.

O destaque principal dos resultados residiu nas dimensões de Interação e Orientação Espacial, essenciais para projetos de arquitetura. A afirmação referente à naturalidade da interação obteve concordância total (Média = 5,0) entre todos os participantes, independentemente da familiaridade prévia com a tecnologia. Corroborando esse dado, a orientação espacial apresentou média de 4,8, indicando que o modelo BIM inserido no ambiente virtual da UTI preservou as referências espaciais necessárias para que os usuários compreendessem distâncias, posições e direções (Quadro 2).

Observou-se uma distinção interessante entre a percepção de realismo visual (média = 3,6) e a sensação de presença (média = 4,6). Mesmo os participantes que avaliaram o realismo visual de forma mais crítica (como o Usuário E, que atribuiu nota 2) reportaram níveis máximos de sensação de presença (nota 5). A interpretação desses dados sugere que, para a visualização de projetos de saúde, a coerência espacial e a fluidez da interação, garantidas pela integridade do modelo BIM, são fatores mais determinantes para a imersão do que o realismo das texturas.

Esse resutado corrobora com estudos sobre presença em ambientes virtuais ao indicar que a sensação de imersão não depende exclusivamente do realismo visual, mas também da coerência espacial, da continuidade da experiência e da naturalidade da interação. No contexto de projetos hospitalares, esse resultado é particularmente relevante, pois sugere que modelos BIM convertidos para RV podem apoiar a compreensão do layout e das relações espaciais mesmo quando o nível de acabamento visual ainda não corresponde a uma simulação fotorrealista.

Quadro 2: Resultados da avaliação da experiência do usuário no ambiente virtual (QAPEAV)

Item	Afirmação (QAPEAV)	Média	Concordância (%)
1	Tive a sensação de estar imerso(a) no ambiente virtual, e não apenas observando uma representação digital.	4,2	80%
2	Percebi minhas ações e movimentos como ocorrendo dentro do ambiente virtual.	4,4	80%
3	Consegui compreender e me orientar espacialmente no ambiente virtual (posições, distâncias e direções).	4,8	100%
4	Senti que era possível explorar o ambiente virtual de forma ativa e por diferentes pontos de vista.	4,0	80%
5	Minha atenção esteve predominantemente direcionada ao ambiente virtual, com pouca interferência do físico.	4,4	100%
6	Tive redução da percepção do tempo real em função do envolvimento com a experiência.	3,8	60%
7	O ambiente virtual apresentou-se coerente e consistente, sem interrupções na continuidade.	4,2	80%
8	A interação com o ambiente virtual ocorreu de maneira natural e intuitiva.	5,0	100%
9	O nível de realismo do ambiente virtual foi suficiente para provocar reações semelhantes às do real.	3,6	60%
10	Permaneci com a sensação subjetiva de “estar presente” no ambiente virtual.	4,6	100%

Fonte: as autoras.

A validação semântica do ambiente também foi confirmada na questão aberta sobre o espaço vivenciado, na qual 100% dos participantes identificaram corretamente o ambiente como hospitalar ou de saúde. Em síntese, os dados indicam que o artefato desenvolvido possibilita não apenas a visualização passiva, mas também uma compreensão espacial ativa e intuitiva.

Entretanto, tais resultados devem ser interpretados com cautela. O número reduzido de participantes (n=5) limita significativamente a validade estatística da análise e impede a generalização dos achados para populações mais amplas. Dessa forma, os resultados aqui apresentados devem ser compreendidos como evidências iniciais de um estudo piloto, cujo objetivo principal foi explorar o potencial da abordagem proposta, e não fornecer conclusões definitivas.

Adicionalmente, o tempo médio de imersão, de aproximadamente 40 segundos, embora suficiente para avaliar aspectos relacionados à orientação espacial e interação inicial, não permitiu a investigação de efeitos associados ao uso prolongado da Realidade Virtual, como fadiga, adaptação ou mudanças na percepção do ambiente. Outro fator limitante refere-se à delimitação do espaço físico por meio de um limite virtual no piso, que restringiu a movimentação dos participantes e pode ter influenciado a avaliação da exploração do ambiente.

Diante dessas limitações, recomenda-se que trabalhos futuros ampliem o número de participantes, incluindo perfis mais representativos, de modo a permitir análises estatisticamente mais robustas. Por fim, sugere-se também a realização de sessões de imersão mais longas e em ambientes com maior liberdade de deslocamento, possibilitando uma avaliação mais abrangente da experiência do usuário.

CONCLUSÃO

A presente pesquisa demonstrou a viabilidade da integração entre BIM e Realidade Virtual para a visualização de projetos de ambientes de saúde. A proposta foi materializada através do desenvolvimento de uma aplicação de um espaço de UTI, realizada em BIM, na plataforma Unity para visualização no dispositivo Meta Quest, cujo processo de criação e desenvolvimento foi sistematizado e detalhado no fluxograma apresentado. O estudo evidencia que a coerência espacial e a fluidez da navegação podem exercer papel mais determinante na sensação de presença do que o realismo visual das texturas. Além disso, o trabalho contribui ao detalhar um fluxo de interoperabilidade BIM-RV que torna explícitas as perdas, ajustes e decisões técnicas necessárias para transformar um modelo BIM em uma aplicação imersiva funcional.

Os resultados obtidos através do QAPEAV indicaram a validação do artefato desenvolvido, evidenciando que as informações geométricas provenientes do modelo BIM foram suficientes para garantir uma elevada orientação espacial e uma interação considerada natural e intuitiva pelos participantes. Um achado relevante deste estudo foi a dissociação observada entre o realismo visual e a sensação de presença. Mesmo sem atingir níveis elevados de realismo, o ambiente virtual foi capaz de gerar uma consistente sensação de "estar presente", sugerindo que, para fins de arquitetura hospitalar, o layout, a coerência espacial e a fluidez da navegação podem ser mais determinantes do que a fidelidade de texturas.

Entretanto, os resultados devem ser interpretados integrados às limitações do estudo. A amostra reduzida de participantes, o tempo de imersão relativamente curto e a delimitação do espaço físico por meio de um círculo demarcado, que restringiu a exploração do ambiente virtual, podem ter influenciado a percepção dos usuários e limitado a generalização dos achados.

Dessa forma, conclui-se que o fluxo de trabalho proposto se mostra promissor para apoiar a visualização e compreensão espacial em projetos de edifícios complexos, como Unidades de Terapia Intensiva, contribuindo para a análise preliminar da volumetria e da funcionalidade do espaço. No entanto, os resultados obtidos, apesar de confirmarem e detalharem contribuições anteriores sobre o potencial da RV no apoio à visualização, representam evidências iniciais, sendo necessária a ampliação de estudos para a confirmação de sua aplicabilidade em contextos mais abrangentes.

Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se a realização de estudos com amostras mais representativas e diversificadas, incluindo diferentes perfis de usuários

(como profissionais de saúde), além do aumento do tempo de imersão e da eliminação de restrições físicas à movimentação, permitindo uma exploração mais livre do ambiente virtual. Recomenda-se, ainda, investigar o impacto de diferentes níveis de realismo visual na percepção do usuário, bem como integrar dados não geométricos ao ambiente virtual, ampliando o potencial de uso da ferramenta como suporte à tomada de decisão em projetos hospitalares.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais à SIPPRO Engenharia pela cessão do modelo BIM e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Federal da Bahia pela bolsa de iniciação científica concedida a uma das autoras.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, as autoras utilizaram a ferramenta Chat GPT, versão 5.5 para a revisão do texto. Após a utilização da ferramenta, as autoras revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] L. Siebra et al., "Utilização de famílias BIM de equipamentos hospitalares para tomada de decisão projetual utilizando realidade virtual," em 5º ptBIM, 2024.

[2] Y.-C. Lin et al., "Integrated BIM, game engine and VR technologies for healthcare design," Adv. Eng. Inform., vol. 36, pp. 130-145, 2018.

[3] S. Sateei et al., "From Informative to Co-design: The Role of Immersive Virtual Reality for User-Involvement in Healthcare Facility Design," ITcon, vol. 30, pp. 536-555, 2025.

[4] J. Chen e L. Laokhongthavorn, "Application of BIM and Virtual Reality of System Integration Design and Development in Medical Building Projects: A Case Study in China," Eng. & Technol. Horiz., vol. 41, n.º 3, 2024.

[5] M. Zhou et al., "A Quality Management Method for Prefabricated Building Design Based on BIM and VR-Integrated Technology," Appl. Sci., vol. 14, n.º 4, 1635, 2024.

[6] J. Shultz e R. Jha, "Using Virtual Reality (VR) Mock-Ups for Evidence-Based Healthcare Facility Design Decisions," Int. J. Environ. Res. Public Health, vol. 18, n.º 21, p. 11250, 2021.

[7] A. Dresch et al., Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço Científico e Tecnológico. Porto Alegre: Bookman, 2015.

[8] T. W. Schubert, F. Friedmann, and H. Regenbrecht, “The experience of presence: Factor analytic insights,” Presence: Teleoperators and Virtual Environments, vol. 10, no. 3, pp. 266–281, Jun. 2001, doi: 10.1162/105474601300343603. [Online]. Available: https://doi.org/10.1162/105474601300343603.

[9] B. G. Witmer and M. J. Singer, “Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire,” Presence: Teleoperators and Virtual Environments, vol. 7, no. 3, pp. 225–240, Jun. 1998. [Online]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/document/728320.