

Imersão em ambientes virtuais arquitetônicos: aplicação do questionário de presença IGROUP (IPQ) em pátios com diferentes composições paisagísticas

Immersion in architectural virtual environments: application of the IGROUP presence questionnaire (IPQ) in courtyards with different landscape compositions

Gabriela Kehrwald Nunes

Discente do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil
gabriela.kehrwald@outlook.com

Ivan Julio Apolonio Callejas

Professor Doutor, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil
Ivan.callejas@ufmt.br

Luciane Cleonice Durante

Professora Doutora, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil
luciane.durante@ufmt.br

RESUMO

Este estudo tem como objetivo investigar a influência da vegetação na experiência imersiva em Ambientes Virtuais Imersivos (AVIs) aplicados à arquitetura, com foco na percepção de presença espacial, envolvimento e realismo. A metodologia utilizada foi a aplicação do *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ) em dois AVIs de pátios arquitetônicos, um com arborização e outro sem, para avaliar as respostas subjetivas de 10 participantes. A originalidade da pesquisa reside na análise específica do impacto da composição paisagística em experiências virtuais arquitetônicas, área ainda pouco explorada, especialmente no contexto brasileiro. Os principais resultados indicam que a presença espacial foi percebida de forma semelhante em ambos os ambientes, enquanto o ambiente sem vegetação apresentou maior envolvimento dos participantes. Já o realismo foi significativamente mais valorizado no AVI arborizado, evidenciando a contribuição da vegetação para a autenticidade visual. Essas descobertas apontam para a relevância dos elementos naturais na qualificação das experiências imersivas, além de destacar a sensibilidade do IPQ para avaliar nuances de imersão virtual. Como contribuição teórica e metodológica, o estudo oferece subsídios para a construção e avaliação de AVIs arquitetônicos mais realistas e eficazes, enquanto social e ambientalmente reforça a importância da vegetação para a percepção positiva dos espaços, podendo influenciar projetos arquitetônicos virtuais e reais.

PALAVRAS-CHAVE: Ambientes Virtuais Imersivos. *Igroup Presence Questionnaire*. Elementos naturais da paisagem.

ABSTRACT

This study aims to investigate the influence of vegetation on the immersive experience in Immersive Virtual Environments (IVEs) applied to architecture, focusing on the perception of spatial presence, involvement, and realism. The methodology involved applying the Igroup Presence Questionnaire (IPQ) in two architectural courtyard IVEs, one with vegetation and one without, to evaluate the subjective responses of 10 participants. The originality of the research lies in the specific analysis of the impact of landscape composition on virtual architectural experiences, a still underexplored area, especially in the Brazilian context. The main results indicate that spatial presence was perceived similarly in both environments, while the environment without vegetation showed slightly higher participant involvement. Realism, however, was significantly more valued in the vegetated IVE, highlighting the contribution of vegetation to visual authenticity. These findings point to the relevance of natural elements in enhancing immersive experiences, as well as the sensitivity of the IPQ in assessing nuances of virtual immersion. As a theoretical and methodological contribution, the study provides support for the development and evaluation of more realistic and effective architectural IVEs, while socially and environmentally reinforcing the importance of vegetation for positive spatial perception, potentially influencing both virtual and real architectural projects.

KEYWORDS: Immersive Virtual Environments. *Igroup Presence Questionnaire*. Landscape natural elements.

1 INTRODUÇÃO

O uso de Realidade Virtual (RV) tem se consolidado como uma ferramenta estratégica nos campos da Arquitetura e Urbanismo, permitindo a simulação imersiva de espaços projetados antes de sua construção, por meio da geração de modelos virtuais. Assim, permite que empreendimentos em fase de desenvolvimento sejam repensados ou ajustados conforme os pareceres de especialistas ou de futuros usuários, mesmo antes de edificados.

Atualmente, os dispositivos de RV permitem que os usuários sejam imersos no ambiente virtual e interajam de forma a vivenciar experiências multissensoriais (Lyu *et al.*, 2023). Por sua vez, o Ambiente Virtual Imersivo (AVI) é um recurso computacional que proporciona a percepção relacionada principalmente aos sentidos visual e auditivo, além da percepção espacial decorrente do processo de interação (Vittori; Pigliautile; Pisello, 2021). A partir dessas funções, o AVI tem sido utilizado como um recurso para pesquisas em diversas áreas e, no campo da Arquitetura e Urbanismo, verifica-se aplicações com intuito de captar a percepção da configuração de um edifício, do comportamento dos usuários da edificação entre outras (Li *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2024).

Sabe-se que a configuração paisagística de um espaço, com suas características estéticas, como a composição morfológica (incluindo cores, texturas e materiais etc.) e elementos naturais (como vegetação, flores e água), exerce influência sobre o microclima. A composição paisagística afeta diretamente a percepção visual e o engajamento sensorial dos indivíduos. Elementos naturais, como vegetação e água, estão associados a maior atratividade visual e sensação de bem-estar (Zhao *et al.*, 2017; Geng *et al.*, 2022), o que pode impactar a qualidade da imersão em ambientes virtuais. Já os elementos artificiais da composição paisagística apresentam correlação negativa com a qualidade visual (Guo *et al.*, 2021).

A qualidade da experiência imersiva, por sua vez, está relacionada à capacidade do ambiente virtual de evocar sensações de realismo, envolvimento e presença — dimensões essenciais para validar a eficácia do AVI. Nesse sentido, instrumentos psicométricos, como o *Questionário de Presença iGroup (IPQ)*, vêm sendo amplamente utilizados para mensurar a percepção subjetiva da imersão em contextos digitais. O IPQ avalia três subescalas principais: presença espacial, envolvimento e realismo, sendo útil em pesquisas que exploram a resposta do usuário a diferentes configurações visuais ou espaciais (Schubert *et al.*, 2025).

Assim, esta pesquisa busca investigar se a influência da composição paisagística sobre a imersão percebida em pátios simulados por meio de AVIs. Logo, este artigo se concentra na análise comparativa da imersão percebida em dois pátios virtuais com composições paisagísticas distintas, avaliando exclusivamente os resultados obtidos pelo IPQ. Desta forma, objetiva-se verificar em que medida a presença de vegetação como parte da composição paisagística de um ambiente influencia a imersão do usuário, contribuindo para a discussão sobre como atributos visuais podem aprimorar a qualidade da experiência imersiva. Além disso, considera-se o uso do IPQ como uma estratégia não apenas de mensuração, mas também de calibração do processo experimental, possibilitando o monitoramento do desempenho perceptivo dos AVIs. A análise dos escores obtidos permite identificar eventuais inconsistências na experiência de imersão, que podem sinalizar a necessidade de ajustes nos modelos virtuais ou nos dispositivos utilizados. Assim, o IPQ se configura também como um instrumento de retroalimentação metodológica,

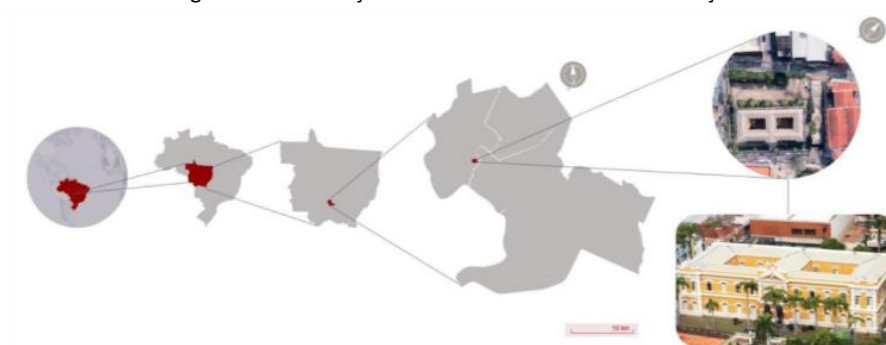
auxiliando na verificação da eficácia dos AVIs na indução de presença e na validação da própria abordagem experimental adotada.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Definição do local da pesquisa e caracterização física do objeto de estudo

A pesquisa é realizada no município de Cuiabá ($15^{\circ}36'36''\text{S}$; $56^{\circ}11'04''\text{W}$), capital do Estado de Mato Grosso, Centro-Oeste do Brasil, no edifício histórico do Palácio da Instrução (Figura 1). A região é caracterizada por um clima Tropical Semiúmido ou Tropical de Savana (Köppen-Geiger Aw), com duas estações distintas: uma estação chuvosa (quente e úmida, de outubro a abril) e uma estação seca (quente e seca, de maio a setembro).

Figura 1 – Localização de Cuiabá e do Palácio da Instrução



Fonte: Google Imagens, 2025. Adaptado pelos Autores.

A pesquisa foi conduzida no edifício "Palácio da Instrução", localizado no centro histórico do município. O edifício possui dois pavimentos e dois pátios retangulares simétricos com 13,7 m de largura (L), 10 m de comprimento (W) e 11,8 m de altura (H), com fator de forma máximo ($AR=H/W$ de 1,18) (Figura 2). Na condição atual, os pátios possuem configurações paisagísticas distintas e, a partir disso, optou-se por realizar o experimento e avaliação comparativamente, uma vez que é possível abordar uma análise visual dos impactos de diferentes elementos para a imersão no Ambiente Virtual Imersivo (AVI).

Figura 2 – Características dos pátios internos da edificação, sendo (a) direito e (b) esquerdo



Fonte: Autoria Própria, 2025

2.2 Determinação do Ambiente Virtual Imersivo (AVI)

O escaneamento digital, ou 3D *scan*, é uma tecnologia que utiliza scanners para criar modelos tridimensionais de espaços físicos, como edifícios ou ambientes, sejam eles internos ou externos. Três técnicas têm sido preferencialmente aplicadas: a) escaneamento a Laser (Lidar): Utiliza pulsos de laser para mapear o espaço, medindo o tempo que a luz leva para atingir um objeto e retornar ao scanner, criando uma "nuvem de pontos" que define a forma do ambiente; e b) Fotogrametria: utiliza imagens de alta resolução para criar um modelo tridimensional do ambiente, processando as fotos para reconstruir a forma e as dimensões; e c) Geração de ambiente virtual por meio de programas computacionais. Nesse caso, os programas mais utilizados incluem *Unity*, *SketchUp*, *ArchiCAD*, *Revit* e *3ds Max*. Esses *softwares* oferecem ferramentas para modelagem 3D, com visualização realista (Silva, 2022).

Na presente pesquisa, a técnica consistiu na fotogrametria. Esse processo produziu imagens virtuais como as apresentadas na Figura 3. A justaposição das imagens geradas, através do software MeuPasseioVirtual (<https://www.meupasseiovirtual.com/>), permitiu a geração de um Ambiente Virtual Imersivo (AVI), o qual pode ser experimentado através de uso de óculos de realidade virtual (Figura 4).

Figura 3 – Imagens no formato 360º geradas pelo escaneamento a laser

(a) Pátio Direito

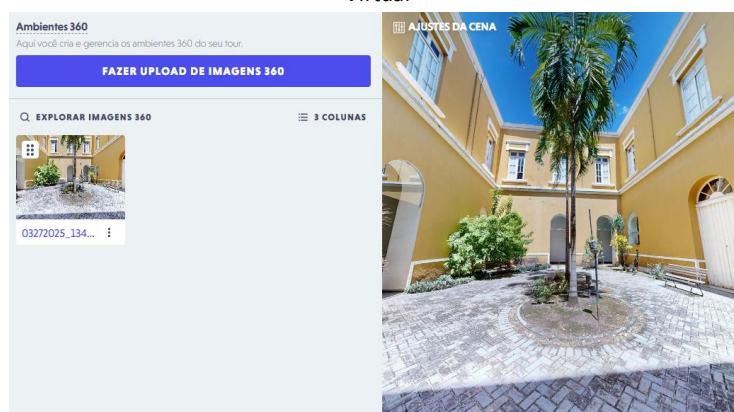


(b) Pátio Esquerdo



Fonte: Autoria Própria, 2025

Figura 4 – Interface do software MeuPasseioVirtual e processamento para imagens compatíveis com Realidade Virtual





Fonte: Meupasseiovirtual, 2025

2.3 Determinação do equipamento de Realidade Virtual (RV)

Para a visualização dos Ambientes Virtuais Imersivos (AVIs), foi adotado o headset de realidade virtual *Shinecon*, compatível com *smartphones* (Figura 5). A escolha do equipamento levou em consideração sua acessibilidade, compatibilidade ampla com diferentes dispositivos móveis, facilidade de transporte e manuseio em campo, além de proporcionar experiência imersiva satisfatória para o tipo de visualização estática e exploratória utilizada neste estudo.

Figura 5 – Modelo do headset de RV Shinecon



Fonte: Amazon, 2025

O headset possui ajuste interpupilar e de foco, permitindo sua adaptação a diferentes perfis fisiológicos de usuários, fator importante para garantir a nitidez e o realismo das imagens projetadas. A fixação é feita por meio de uma alça de cabeça, proporcionando estabilidade e vedação parcial à luz externa, o que melhora a sensação de isolamento do ambiente real.

O *Shinecon* não depende de processamento nativo, o que o torna uma solução adequada para aplicações com imagens ou vídeos panorâmicos e ambientes modelados em *softwares* de visualizadores 360°. Apesar de não possuir sensores de rastreamento espacial (como nos mais avançados), mostrou-se suficiente para a proposta da pesquisa, que se concentra na avaliação da imersão perceptiva em ambientes estáticos, visualizados somente com a movimentação e inclinação da cabeça, sem exigência de movimentação corporal.

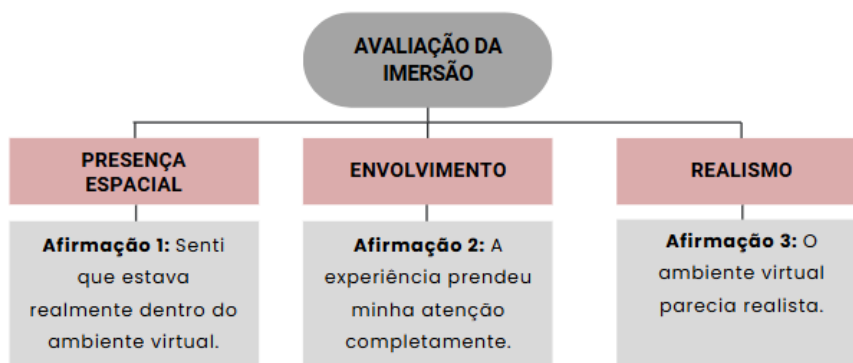
A escolha do modelo buscou o equilíbrio entre desempenho funcional e viabilidade econômica, permitindo a replicabilidade do método em estudos semelhantes com recursos limitados. Ainda que o dispositivo tenha limitações quanto à interação e captura de movimento,

sua aplicação se mostrou eficaz para investigações centradas na percepção visual e na sensação de presença proporcionada por ambientes arquitetônicos simulados.

2.4 Determinação do questionário para avaliação do Questionário de Presença *iGroup* (IPQ)

Para a etapa de experimentação da pesquisa, mostrou-se necessário uma forma de avaliar a imersão das pessoas nos AVIs. Outros estudos evidenciaram o uso do IPQ como potencial de realizar essa avaliação (Grey *et al.*, 2023; Nogueira *et al.*, 2020; Poletto *et al.*, 2025; Tran *et al.*, 2024; Vasconcelos-Raposo *et al.*, 2016). Assim, optou-se por sua utilização, através de três afirmações-chave, cada uma representando diretamente uma das subescalas centrais do instrumento: presença espacial, envolvimento e realismo (Figura 6). Essa seleção foi feita com o intuito de tornar a aplicação mais objetiva e focada, a fim de atender condições locais em relação ao tempo de aplicação dos questionários e do experimento como um todo, sem comprometer a integridade da avaliação da imersão (Schubert; Friedmann; Regenbrecht, 1995).

Figura 6 – Subescalas do IPQ e afirmações-chave utilizadas no questionário da experimentação



Fonte: Schubert, Friedmann; Regenbrecht, 2024. Adaptado pelos Autores.

A afirmação “Em algum momento, senti que estava realmente dentro do ambiente virtual.” foi utilizada para aferir a Presença Espacial, entendida como a sensação subjetiva de estar fisicamente inserido no ambiente simulado. Para a subescala de Envolvimento, utilizou-se a sentença “A experiência prendeu minha atenção completamente.”, que indica o grau de foco e absorção mental durante a imersão. Por fim, a percepção de Realismo foi avaliada por meio da frase “O ambiente virtual parecia realista.”, a qual explora o quão crível o cenário foi percebido pelos participantes. Cada uma dessas sentenças foi respondida em escala *Likert* de 7 pontos (-3 - discordo totalmente; -2 - discordo muito; -1 - discordo um pouco; 0 - neutro; +1 - concordo um pouco; +2 - concordo muito; +3 - concordo totalmente), permitindo quantificação direta dos níveis de imersão percebida em diferentes contextos visuais. A escolha desse formato reduzido do IPQ visa preservar sua sensibilidade e aplicabilidade, ao mesmo tempo em que torna o instrumento mais ágil para aplicação em campo, especialmente em protocolos que envolvem repetição de exposição em diferentes ambientes.

2.5 Processo de experimentação do estudo

As entrevistas foram realizadas com auxílio de voluntários graduandos do Curso de Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Mato Grosso. Foram levadas duplas de alunos para o interior do ambiente dos pátios, com voluntários experimentando a realidade virtual dentro do ambiente real escaneado, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Experimentação do voluntário dentro do pátio em AVI no ambiente real do pátio



Fonte: Autoria Própria, 2025

A influência da composição paisagística dos pátios foi captada por meio de aplicação de entrevistas, conforme protocolo detalhado na sequência:

- (a) **Etapas 01:** participantes permaneceram por uma adaptação de 10 minutos em um ambiente controlado antes de adentrarem no ambiente real para imersão;
- (b) **Etapas 02:** os participantes foram levados ao pátio direito do edifício, no qual não há espécimes arbóreos implantados, permanecendo neste local por cerca de 15 minutos. Apesar de estarem imersos no mesmo ambiente, um voluntário estará visualizando o ambiente em realidade virtual e o outro no real (Figura 7). Decorrido o tempo, aplicou-se o Questionário de Presença iGroup (IPQ);
- (c) **Etapas 03:** Descanso por cerca de 5 minutos, evitando o uso de aparelhos eletrônicos; e,
- (d) **Etapas 04:** os voluntários foram conduzidos para o pátio esquerdo, onde existe a presença arborização e procedimento similar ao descrito anteriormente na Etapa 02 foi observado, com Questionário de Presença iGroup (IPQ), sendo aplicado no final do período de permanência.

Ao todo foram realizadas dez experimentações nos ambientes pesquisados, entre os meses de abril e maio de 2015, em condição similar a aquela em que as imagens foram captadas durante o escaneamento 3D, no período diurno, na condição predominante de céu aberto com poucas nuvens. Ressalta-se que a pesquisa se encontra em andamento, com esta etapa apresentando enfoque em aprofundar a análise da sensação de presença percebida pelos usuários, considerando o IPQ como ferramenta para mensuração da experiência imersiva em contextos simulados com diferentes composições visuais.

2.6 Avaliação da composição paisagística para a imersão pelos Ambientes Virtuais Imersivos (AVI) utilizados na pesquisa

As variações visuais entre os ambientes dos pátios foram exploradas como principal estímulo perceptivo a ser avaliado quanto à sua influência sobre a imersão dos participantes. Como as entrevistas ocorreram em intervalos de tempo muito curtos entre os dois pátios (direito e esquerdo) e em ambientes muito próximos entre si, com similar exposição ambiental, partiu-se da premissa de que eventuais variações nos níveis de imersão percebida seriam atribuídas exclusivamente às diferenças visuais e morfológicas da composição paisagística. Nesse sentido, o IPQ foi utilizado como instrumento central para identificar e quantificar os efeitos dessas composições sobre a experiência subjetiva dos participantes. A partir dos escores obtidos nas subescalas, buscou-se verificar não apenas se a presença ou ausência de vegetação influencia a sensação de estar presente no ambiente, mas também se a estratégia de modelagem adotada é eficaz em proporcionar uma experiência imersiva válida. Ao isolar os estímulos visuais como variáveis independentes, reforça-se a sensibilidade do IPQ na detecção de alterações cognitivas e perceptivas provocadas por atributos espaciais não interativos, como densidade de vegetação, de contrastes de materiais e profundidade visual em AVIs. Nesse quesito, a maior diferenciação entre os ambientes dos pátios se refere a densidade vegetativa, com similares contrastes de materiais e profundidade visual.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

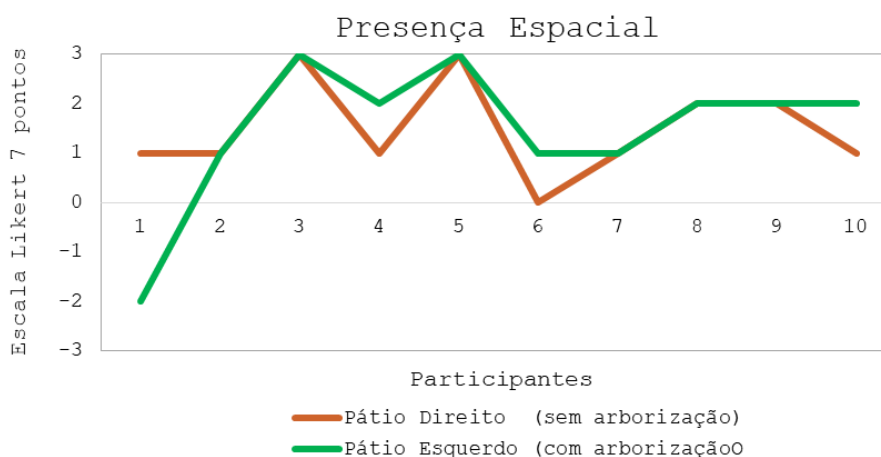
3.1 Avaliação da imersão virtual em relação à presença espacial dos participantes

A subescala da presença espacial do IPQ tem como finalidade aferir a sensação subjetiva de inserção do participante no ambiente virtual. Na Figura 8 é possível observar os escores obtidos pelos participantes nos dois Ambientes Virtuais Imersivos (AVIs) considerados na pesquisa: o pátio direito (sem arborização) e o pátio esquerdo (com arborização).

Em termos quantitativos, a média de respostas foi idêntica para ambos os ambientes, com valor de +1,5 pontos na escala *Likert* (máximo de +3), o que sugere uma percepção moderadamente elevada de presença espacial em ambos cenários. Essa equivalência numérica indica que, no conjunto da amostra, a inserção subjetiva no espaço virtual foi percebida de forma semelhante, independentemente da presença de vegetação.

Apesar disso, evidenciam-se variações individuais, com oscilações específicas. Em alguns casos, como os participantes 4, 6 e 10, observou-se maior percepção de presença no ambiente com vegetação. Em outro, participante 1, o pátio sem vegetação foi melhor avaliado. Esses resultados sugerem que, embora a média geral não aponte diferença estatística entre os ambientes, a composição paisagística pode exercer influência diferenciada conforme a percepção individual — possivelmente relacionada a fatores como preferência estética, grau de familiaridade com ambientes naturais ou sensibilidade visual ao detalhamento do modelo.

Figura 8 – Respostas do Questionário IPQ em relação à presença espacial



Fonte: Autoria Própria, 2025

A igualdade média nos escores reforça que ambos os modelos virtuais foram capazes de proporcionar uma experiência imersiva consistente do ponto de vista espacial. Isso também sugere que a estratégia de construção do AVI resultou em modelos suficientemente eficazes na indução da sensação de presença.

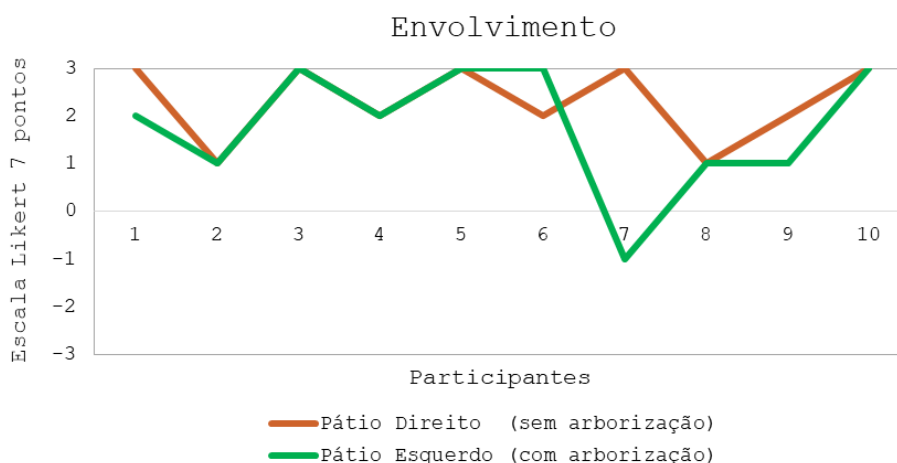
3.2 Avaliação da imersão virtual em relação ao envolvimento dos participantes

A subescala de envolvimento do IPQ mede o grau de atenção e concentração do participante durante a experiência imersiva, ou seja, o quanto a experiência virtual foi capaz de prender completamente o foco do usuário. A Figura 9 ilustra os escores atribuídos pelos participantes ao envolvimento percebido em dois AVIs: o pátio direito (sem arborização) e o pátio esquerdo (com arborização).

O pátio sem arborização apresentou escore médio superior (+2,3) ao obtido no pátio com arborização (+1,8), o que indica que, de forma geral, o ambiente sem vegetação foi ligeiramente mais eficaz em capturar a atenção dos participantes durante a experiência. Apesar de ambos os ambientes apresentarem valores elevados, essa diferença média aponta para um dado inesperado, pois, conforme literatura, seria plausível antecipar maior envolvimento nos ambientes com maior complexidade visual e com elementos naturais, tornando necessário a ampliação da aplicação dos experimentos para confirmação.

Ainda, observam-se oscilações individuais importantes. Em participantes como os de número 1, 7 e 9, observou-se uma queda no escore de envolvimento no ambiente com arborização, enquanto outro, participante 6, relatou maior envolvimento nesse mesmo cenário. Tais variações sugerem que o nível de engajamento cognitivo pode não estar apenas diretamente relacionado apenas à presença de vegetação, mas sim com a combinação de outros fatores, tais como posicionamento dos elementos no campo visual, preferências individuais e até o estado momentâneo de atenção dos participantes, tanto na visualização do experimento, quanto no momento de responder ao questionário.

Figura 9 – Respostas do Questionário IPQ em relação ao envolvimento



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Em síntese, embora ambos os ambientes tenham proporcionado níveis elevados de envolvimento, a diferença média observada reforça a importância de considerar não apenas a composição paisagística, mas também os aspectos técnicos e perceptivos envolvidos na construção de AVIs. A subescala de envolvimento do IPQ demonstrou ser sensível a essas variações, sendo útil tanto para avaliar a eficácia do ambiente quanto para orientar possíveis ajustes no processo de tratamento das imagens, para a continuação dos experimentos.

3.3 Avaliação da imersão virtual em relação ao realismo experienciado pelos participantes

A subescala de realismo do IPQ avalia o grau em que o ambiente virtual é percebido como realista, crível e coerente pelos participantes durante a experiência imersiva. A Figura 10 apresenta os escores atribuídos pelos participantes em relação ao realismo experienciado nos dois AVIs: o pátio direito (sem arborização) e o pátio esquerdo (com arborização).

Os dados revelam uma tendência de maior realismo no ambiente com arborização, que obteve média de +2,2, em contraste com a média de +1,8 do ambiente sem vegetação. Embora ambos os ambientes tenham sido bem avaliados, a diferença média favorece o pátio arborizado, sugerindo que a presença de vegetação contribuiu para uma maior sensação de autenticidade visual no ambiente simulado.

Na análise por participantes, verifica-se que os números 3, 4, 5, 7 e 8 atribuíram pontuação máxima ao ambiente com vegetação, indicando uma percepção consistente. Por outro lado, no pátio sem arborização, observa-se oscilação entre os escores, inclusive com quedas, como no caso dos participantes 6 e 8. Essa diferença sugere que a composição paisagística pode exercer influência positiva na construção da credibilidade visual do AVI, fortalecendo a sensação de estar diante de um ambiente reconhecível e plausível.

Esses achados estão em consonância com a literatura, que aponta que elementos naturais, como vegetação e variação de texturas, ocasionam maior atratividade visual e sensação de bem-estar (Zhao *et al.*, 2017; Geng *et al.*, 2022). A familiaridade visual com paisagens vegetadas e a riqueza morfológica proporcionada pelos elementos naturais parecem favorecer a imersão e reforçar a identificação sensorial com o espaço virtual.

Figura 10 – Respostas do Questionário IPQ em relação ao realismo experienciado



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Dessa forma, os dados obtidos com o IPQ demonstram que, embora os dois ambientes tenham proporcionado boas experiências visuais, o ambiente com arborização foi percebido como mais realista pela maioria dos participantes. Isso confirma a possibilidade da relevância dos atributos visuais naturais na qualificação da experiência imersiva em contextos arquitetônicos simulados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo avaliou a influência da arborização em Ambientes Virtuais Imersivos (AVIs) sobre a percepção dos participantes, com base nas subescalas de presença espacial, envolvimento e realismo do *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ). Evidenciou-se que a sensação de presença espacial foi equivalente nos ambientes com e sem vegetação, indicando que a inserção subjetiva no espaço virtual não dependeu exclusivamente da presença da vegetação, mas possivelmente de fatores técnicos e individuais. Já o envolvimento dos participantes foi ligeiramente maior no ambiente sem arborização, contrariando a hipótese inicial de que a vegetação aumentaria a atenção. Por fim, o realismo foi percebido como superior no ambiente arborizado, o que reforça o papel positivo dos elementos naturais na construção da autenticidade e realismo visual do espaço virtual.

Destaca-se que esta pesquisa se encontra em processo de desenvolvimento, e a fase atual funcionou como um teste piloto para validar os procedimentos metodológicos e instrumentais. Apesar dos achados serem relevantes, a pesquisa apresenta limitações importantes, sobretudo o baixo número da amostra, o que reduz a possibilidade de generalização e a significância estatística das análises. Com a ampliação prevista da amostra, espera-se obter dados mais consistentes e representativos, possibilitando uma compreensão mais aprofundada das variáveis que influenciam a experiência imersiva em AVIs arquitetônicos.

Além disso, a variabilidade individual nas respostas sugere que fatores pessoais e contextuais influenciam significativamente a experiência imersiva. Para estudos futuros, recomenda-se a ampliação da amostra com perfis diversos, assim como a inclusão de métodos qualitativos para complementar a análise quantitativa. Também será importante investigar aspectos técnicos do processo do modelo e renderização que possam impactar a percepção,

assim como fatores específicos de iluminação e de movimento dos elementos da composição dos cenários.

Em suma, este estudo contribui para a compreensão do papel da vegetação na experiência imersiva em Ambientes Virtuais Imersivos arquitetônicos, especialmente no que tange à percepção de realismo. A ampliação do número de participantes possibilitará um aprofundamento dessas relações, fornecendo subsídios para o desenvolvimento de ambientes virtuais cada vez mais eficazes e realistas, com potencial aplicação nas áreas de arquitetura e urbanismo.

REFERÊNCIAS

- GENG, Y.; HONG, B.; DU, M.; YUAN, T.; WANG, Y. Combined effects of visual-acoustic-thermal comfort in campus open spaces: A pilot study in China's cold region. **Build Environ**, v. 209, 2022.
- GRAY, H. G.; TCHAO, D.; LEWIS-FUNG, S.; PARDINI, S.; HARRIS, L. R.; APPEL, L. Virtual Reality Therapy for People with Epilepsy and Related Anxiety: Protocol for a 3-Phase Pilot Clinical Trial. **JMIR Research Protocols**, v. 12, e41523, 24 jan. 2023.
- GUO, S.; SUN, W.; CHEN, W.; ZHANG, J.; LIU, P. Impact of artificial elements on mountain landscape perception: an eye-tracking study. **Land**, v.10, n.10, 1102, 2021.
- LI, Z.; WANG, Y.; LIU, H.; LIU, H. Physiological and psychological effects of exposure to different types and numbers of biophilic vegetable walls in small spaces. **Building and Environment**, v. 225, 109645, 2022.
- LYU, K.; BRAMBILLA, A.; GLOBA, A.; DE DEAR, R. An immersive multisensory virtual reality approach to the study of human-built environment interactions. **Automation in Construction**, v. 150, 104836, 2023.
- NOGUEIRA, A. P. A. S.; CHYCZIJ, B. F.; CARNEIRO, J. M. G. B. R. Utilização da realidade virtual na indução de estados afetivos. **PsychTech & Health Journal**, v. 4, n. 2, p. 12-23, 2020.
- POLETO, T.; MIRANDA, E.; OLIVEIRA, L.; SOUZA, U. Ciência Imersiva: Realidade Virtual como Estratégia para Aulas Práticas em Curso de Física EaD da UFPA. **Portal eduCAPES**, 2025.
- SCHUBERT, T.; FRIEDMANN, F.; REGENBRECHT, H. Igroup Presence Questionnaire (IPQ): Scale Construction. **igroup.org**, 1995. Disponível em: <https://www.igroup.org/pq/ipq/construction.php>.
- SCHUBERT, T.; REGENBRECHT, H.; FRIEDMANN, F. Igroup Presence Questionnaire (IPQ). **igroup.org**, 1995. Disponível em: <https://www.igroup.org/pq/ipq/download.php>.
- SCHUBERT, T.; REGENBRECHT, H.; FRIEDMANN, F. Igroup Presence Questionnaire (IPQ) overview. **igroup.org**, 2025. Disponível em: <https://www.igroup.org/pq/ipq/index.php>.
- SILVA, G. L. **Realidade virtual para a visualização e difusão do patrimônio arquitetônico**: estudo de métodos e técnicas para a criação de ambientes virtuais interativos 3D. 2022. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2022.
- TRAN, T. Q.; LANGLOTZ, T.; YOUNG, J.; SCHUBERT, T. W.; REGENBRECHT, H. Classifying Presence Scores: Insights and Analysis from Two Decades of the Igroup Presence Questionnaire (IPQ). **ACM Transactions on Computer-Human Interaction**, v. 31, n. 5, art. 61, oct. 2024. 26 p.
- VASCONCELOS-RAPOSO, J.; BESSA, M.; MELO, M.; BARBOSA, L.; RODRIGUES, R.; TEIXEIRA, C. M.; CABRAL, L.; SOUSA, A. A. Adaptação e Validação do Questionário de Presença Igroup (IPQ) numa amostra portuguesa. **Presença: Teleoperadores e Ambientes Virtuais**, v. 25, n. 3, p. 191–203, 2016.
- VITTORI, F.; PIGLIAUTILE, I.; PISELLO, A. L. Subjective thermal response driving indoor comfort perception: A novel experimental analysis coupling building information modelling and virtual reality. **Journal of Building Engineering**, v. 41, 102368, 2021.

WANG, Y.; WANG, Y.; WANG, X.; JIANGHUI, D. Comparative analysis of visual-thermal perceptions and emotional responses in outdoor open spaces: Impacts of look-up vs. look-forward viewing perspectives. **International Journal of Biometeorology**, v. 68, p. 2373-2385, 2024.

ZHAO, J.; XU, W.; LI, R. Visual preference of trees: The effects of tree attributes and seasons. **Urban for Urban Gree**, 25:19–25, 2017.