



Revista Latino-americana de Ambiente Construído & Sustentabilidade

Revista Latinoamericana de Ambiente Construido y Sostenibilidad

ISSN 2675-7524 Suporte Online / Online Support

Edição em Português e Espanhol / Edición en Portugués y Español - v. 5, n. 21, 2024

O uso da Realidade Virtual em Projetos de Neuroarquitetura

The use of Virtual Reality in Neuroarchitecture Projects

El uso de la Realidad Virtual em Proyectos de Neuroarquitectura

Mariane Coronetti de Campos

Mestranda, ATITUS, Brasil.

mariane.coronetti@gmail.com

Thaísa Leal da Silva

Doutora, ATITUS, Brasil.

thaisa.silva@atitus.edu.br

**RESUMO**

A realidade virtual vem sendo integrada em diferentes áreas, incluindo a área da neuroarquitetura que é composta por profissionais neurocientistas, arquitetos e psicólogos, que investigam as sensações que as pessoas podem ter dentro dos ambientes. Atualmente, o mercado possui uma grande variedade de equipamentos para o uso da realidade virtual, entre os mais utilizados na área da neuroarquitetura estão os eletroencefalogramas, óculos de Realidade Virtual e o eye tracker. Nesse contexto, esse artigo tem como objetivo analisar como o uso da realidade virtual pode auxiliar na visualização de ambientes em projetos de neuroarquitetura. A metodologia utilizada nesse trabalho foi fundamentada em uma pesquisa qualitativa seguindo as etapas: revisão de literatura, modelagem do ambiente a ser projetado, configuração do software para a visualização do projeto em ambiente virtual de forma imersiva e teste de visualização desse ambiente. Como resultado, o teste de visualização do ambiente projetado foi bem-sucedido, de modo que o uso da realidade virtual se mostrou como uma boa alternativa para auxiliar na visualização de projetos, pois dessa forma o usuário consegue sentir-se imerso dentro do espaço projetado.

PALAVRAS-CHAVE: Realidade virtual, Projetos Arquitetônicos, Neuroarquitetura.

SUMMARY

Virtual reality has been integrated into different areas, including the area of neuroarchitecture, which is made up of professional neuroscientists, architects and psychologists, who investigate the sensations that people can have within environments. Currently, the market has a wide variety of equipment for the use of virtual reality, among the most used in the area of neuroarchitecture are electroencephalograms, Virtual Reality glasses and eye trackers. In this context, this article aims to analyze how the use of virtual reality can help visualize environments in neuroarchitectural projects. The methodology used in this work was based on qualitative research following the steps: literature review, modeling of the environment to be designed, configuration of the software to visualize the project in an immersive virtual environment and visualization test of this environment. As a result, the visualization test of the designed environment was successful, so the use of virtual reality proved to be a good alternative to assist in visualizing projects, as this way the user can feel immersed within the designed space.

KEYWORDS: Virtual reality, Architectural Projects, Neuroarchitecture.

RESUMEN

La realidad virtual se ha integrado en diferentes áreas, entre ellas el área de neuroarquitectura, que está integrada por neurocientíficos, arquitectos y psicólogos profesionales, que investigan las sensaciones que pueden tener las personas dentro de los entornos. Actualmente, el mercado cuenta con una amplia variedad de equipos para el uso de la realidad virtual, entre los más utilizados en el área de la neuroarquitectura se encuentran los electroencefalogramas, gafas de Realidad Virtual y rastreadores oculares. En este contexto, este artículo pretende analizar como el uso de la realidad virtual puede ayudar a visualizar entornos en proyectos de neuroarquitectura. La metodología utilizada en este trabajo se basó en una investigación cualitativa siguiendo los pasos: revisión de literatura, modelado del entorno a diseñar, configuración del software para visualizar el proyecto en un entorno virtual inmersivo y prueba de visualización de este entorno. Como resultado, la prueba de visualización del entorno diseñado fue exitosa, por lo que el uso de la realidad virtual resultó ser una buena alternativa para ayudar en la visualización de los proyectos, ya que de esta manera el usuario puede sentirse inmerso dentro del espacio diseñado.

PALABRAS CLAVE: Realidad Virtual, Proyectos Arquitectónicos, Neuroarquitectura.



1 INTRODUÇÃO

Embora a realidade virtual (RV) pareça moderna, essa tecnologia vem sendo aplicada desde o séc. XX nos EUA através de simulações de vôo da aviação militar (Netto; Machado E Oliveira, 2002). Desde então essa tecnologia vem progredindo rapidamente e tem como propósito auxiliar as diferentes áreas com o uso da realidade virtual (Mello, 2023). Sendo assim essa tecnologia também vem sendo utilizada na área de neuroarquitetura (Villarouco, 2021).

De acordo com Lopes (2023) a área da neuroarquitetura é formada por neurocientistas, arquitetos e psicólogos que buscam analisar quais sensações as pessoas têm em um determinado ambiente. Com a colaboração da realidade virtual, é possível desenvolver um projeto completo e permitir ao usuário pode visualizar e ingressar facilmente em ambientes virtuais, através de monitores ou também com uso de alguns dispositivos (Júnior; Martins, 2020).

Estudos demonstram que o uso da RV proporciona estímulos sensoriais que são capazes de diminuir o estresse, aliviar dores entre outros (Zuanon; Bordini; Steagall, 2021). O uso da realidade virtual é uma ótima opção para entender as reações humanas dentro do ambiente construído, além disso é um método não invasivo na área de neurociência (Villarouco, 2021).

Atualmente, há uma imensa variedade de equipamentos para a aplicação da realidade virtual tanto a imersiva quanto a não imersiva, esses equipamentos vão do mais simples como o uso de mouse e teclado aos mais avançados modelos de joysticks, óculos estéreos, entre outros (Netto; Machado; Oliveira, 2002). Na área da neuroarquitetura, segundo Villarouco (2021) alguns dos equipamentos utilizados para captar as experiências dentro do ambiente são: eletroencefalograma, VR glass, eye tracker, aferição EDA (atividade eletrodérmica), frequência cardíaca, entre outros.

Diante de tantas tecnologias, pessoas que contratam arquitetos ou especialistas de áreas afins para elaborar um projeto de neuroarquitetura, querem sentir-se imersos no ambiente e ver quais sensações ele pode causar antes de iniciar sua execução. Dessa forma, este artigo tem como objetivo analisar como a realidade virtual pode auxiliar na visualização dos ambientes em projetos de neuroarquitetura. A modelagem do ambiente foi realizada utilizando o software Sketchup 2023 (Sketchup, 2023), para as imagens panorâmicas que geram a visualização 360° foi utilizado o software Lumion (Lumion, 2023), e para a visualização do ambiente projetado em 360° foi utilizado o site Meu Passeio Virtual (Virtual, 2023).

2 REALIDADE VIRTUAL E A NEUROARQUITETURA

Para o desenvolvimento desse estudo, foram pesquisados os seguintes temas principais: neuroarquitetura, o histórico da realidade virtual, realidade virtual na neuroarquitetura, e softwares utilizados para a realidade virtual utilizados na neuroarquitetura.

2.1 Neuroarquitetura



O termo Neuroarquitetura surgiu no ano de 2003 através do ANFA (Academy of Neuroscience for Architecture), na cidade de San Diego localizada na Califórnia. Conforme Lopes (2023), equipes de neurocientistas, arquitetos e psicólogos trabalham juntos analisando o impacto que o ambiente consegue causar nas pessoas.

Cada vez mais a tecnologia vem sendo aplicada a neuroarquitetura, podendo mostrar novas formas de projetar com os avanços dos estudos, dessa forma um ambiente é visualizado por todas as pessoas da mesma maneira, mas o que cada um irá sentir nesse ambiente depende de como será processado as informações desse espaço, pois cada um possui memórias diferentes que estão ligadas aos hábitos, cultura, entre outros (Villarouco, 2021). Segundo Matoso 2022, através da neuroarquitetura é possível projetar ambientes que não são apenas baseados nos parâmetros técnicos de legislação e, sim, focar no bem-estar, conforto ambiental, felicidade e emoção das pessoas, como podemos ver na Figura 1.

Figura 1 – Jardins botânicos à beira-mar



Fonte: MATOSO, 2022.

Sendo assim, é possível medir índices e verificar como as cores, formas e escalas conseguem influenciar nas sensações humanas através do avanço da neurociência. Com o uso dos óculos de realidade virtual é possível apresentar um projeto para uma pessoa com antecedência, sendo possível também medir o pulso cardíaco para compreender a reação do mesmo ao ver o ambiente que foi modelado (Matoso, 2022).

2.2 Realidade Virtual

Nos dias atuais a Realidade Virtual (RV) é conhecida por ser uma realidade criada de forma artificial, ela pode proporcionar diferentes sensações para as pessoas que estão visualizando as imagens que são geradas, a partir de um software que pode ser utilizado através de meios eletrônicos. Essa tecnologia de RV poucas pessoas tinham o privilégio de acessar, pois seus equipamentos eram caríssimos, com a tecnologia cada vez mais avançada consegue-se um acesso aos ambientes imersivos com uma alta definição, com um menor custo e maior facilidade (Tori; Hounsell, 2020).

De acordo com Tori, Kirner e Siscoutto (2006), a realidade virtual pode ser classificada como RV imersiva ou RV não-imersiva. A imersiva é quando a pessoa consegue sentir a sensação



de presença no ambiente virtual, através do uso de dispositivos multissensoriais, já a RV não-imersiva é quando o usuário continua sentindo-se ainda no mundo real, mas está visualizando o ambiente virtual de forma parcial através do uso de uma tela (monitor, projeção, entre outros), a RV imersiva é mais realista e precisa, mas a não-imersiva ainda é mais popular por ter um menor custo e é mais fácil a forma de aplicação.

De acordo com Netto, Machado e Oliveira (2002), embora a tecnologia de RV pareça atual, ela surgiu posteriormente a segunda guerra mundial na indústria de simulações, para desenvolver os simuladores de vôo da força aérea dos Estados Unidos, no ano de 1958 a marca Philco desenvolveu um protótipo de capacete com monitores, permitindo ao usuário a sensação de presença dentro de um determinado ambiente. Em 1962, surgiu um simulador chamado de "Sensorama" ele fazia uma combinação de filmes 3D, aromas, som estéreo, ar movimentado por ventiladores para proporcionar uma viagem multissensorial ao espectador, conforme mostra a Figura 2 (Bathke, 2018).

Figura 2 – Sensorama 1962



Fonte: BATHKE, 2018.

De acordo com Netto, Machado e Oliveira (2002), nos anos 80 a expressão Realidade virtual foi creditada pelo fundador da VPL Research Inc. conhecido por Jaron Lanier, esse termo surgiu para diferenciar simulações por computadores de simulações que envolviam múltiplos usuários em um espaço compartilhado.

Entre o fim dos anos 90 e início dos anos 2000, segundo Mello (2023), foi realizado o lançamento do dispositivo Oculus Rift, desenvolvido pelo estudante Palmer Luckey, o Oculus Rift era um modelo de Head-Mounted Display (HMD) ele conseguia incluir as pessoas de forma imersiva em ambientes virtuais e tinha um suporte de áudio 3D e rastreamento de movimento. Com o passar dos anos a tecnologia vem evoluindo rapidamente e vem sendo desenvolvido dispositivos para diversas áreas, tendo uma previsão de crescimento para os próximos anos.

Segundo Carmen (2021), uma grande tendência prevista para os próximos anos é o metaverso, que pretende transportar a pessoa ao universo digital de forma totalmente imersiva, realista e interativa, utilizando a realidade virtual juntamente com a inteligência artificial. O



mundo imaginado por Mark Zuckerberg, conhecido como metaverso será uma nova internet na visão do CEO da Meta, entrando em mundos virtuais através de headsets e não mais por celulares ou computadores (Souza, 2022).

2.3 Realidade Virtual na Neuroarquitetura

Segundo Rebelo (1999), nas décadas de 70 e 80, surgem as primeiras aparições do desenvolvimento de sistemas CAD a ferramenta seria poderosa porém cara para a época, dessa forma com o auxílio do programador John Walker em 1988 foi criada a AutoDesk, uma das primeiras empresas que se aventuraram no campo de visualização 3D junto ao sistema CAD.

De acordo com Mendes (2022), a visualização do projeto em escala real chama cada vez mais a atenção do avanço tecnológico que automatiza o método de utilização juntamente aos softwares de modelagem tridimensional, utilizando os dispositivos de realidade virtual, com isso a RV pode contribuir na criação de novos projetos.

Hoje podemos desenvolver um projeto completo tridimensional e visualiza-lo em monitores, com a realidade virtual além de visualizar o usuário consegue ingressar em seu próprio projeto em escala real, além disso com o surgimento do BIM (Building Information Modeling), é possível integrar diversos projetos entre vários responsáveis pela elaboração, essa integração fica mais clara entre os profissionais, logo será possível a construção de projetos com vários profissionais em um espaço completamente virtual (Júnior; Martins, 2020).

Nas áreas de arquitetura e urbanismo muitos aspectos positivos levam a rápida divulgação das ferramentas computacionais, que auxiliam os profissionais e os clientes na compreensão do projeto. A tecnologia computacional possibilitou a criação de uma única maquete digital para visualizar várias vistas tanto externas quanto internas, essa maquete pode ser explorada por um leigo através do seu sistema interativo, usando a realidade virtual. Essa aplicação na área de arquitetura é utilizada como uma ferramenta de simulação, apresentação ou representação, conseguindo trazer mais compreensão e realismo aos projetos elaborados, assim como o arquiteto pode ter uma maior liberdade de criação, já que ainda não foi executado e pode ser avaliado antes (Rebelo, 1999).

De acordo com Zuanon, Bordini e Steagall (2021), estudos demonstram que o uso de ferramentas de realidade virtual, pode promover estímulos sensoriais e também sensório-motores, que são sentidos através da interação com essas tecnologias tendo como exemplo a Figura 3. Esses estímulos são capazes de proporcionar, redução dos níveis de estresse, alívio da intensidade da dor entre outros, para a construção desses ambientes virtuais é necessária uma cooperação entre as áreas da neurociência cognitivas e comportamentais e também a área da arquitetura.



Figura 3 – Idosos participando da pesquisa com óculos RV e touca EGG



Fonte: VILLAROUCO, 2021.

A realidade virtual manifesta uma contribuição inovadora, sendo uma técnica não invasiva para a área da neurociência, conseguindo verificar a emoção do usuário no ambiente construído. De acordo com Villarouco (2021), a realidade virtual representa uma oportunidade progressiva para compreender as reações humanas em relação ao espaço construído e também impactos potenciais das formas possíveis antes do ambiente realmente ser construído.

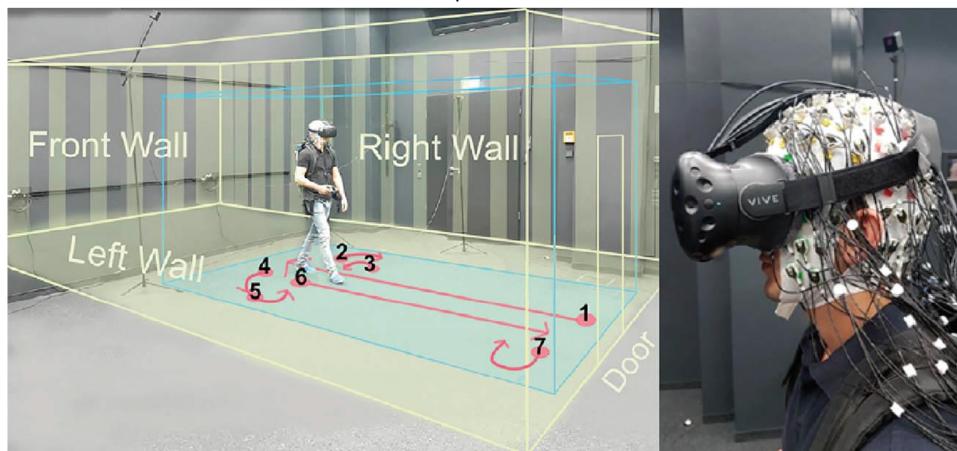
2.4 Equipamentos e Softwares utilizados para a Realidade Virtual na Neuroarquitetura

Hoje existe uma grande variedade de equipamentos para aplicar a realidade virtual. A realidade virtual não imersiva pode ser explorada através do mouse e teclado, já para a realidade virtual imersiva, quanto mais equipamentos for utilizado mais eficiente será a imersão assim trazendo melhores resultados. Segundo Netto, Machado e Oliveira (2002), alguns dos equipamentos utilizadas na RV imersiva são capacetes, joysticks, óculos estéreos e CAVEs.

Na neuroarquitetura a fim de mapear as experiências das pessoas nos ambientes internos e externos são utilizados diversos equipamentos como o eletroencefalograma (EEG), a ressonância magnética funcional (fMRI), o VR glass (óculos de RV), gravações de vídeo, eye tracker (registra e captura os movimentos oculares), aferição EDA (que confere a temperatura e também condutância da pele), eletromiografia (EMG), pressão sanguínea, frequência cardíaca, entre outros, conforme mostra a Figura 4.



Figura 4 – Participante da pesquisa: à esquerda, ele aminha no laboratório usando um head-mounted VR display (htc vive) e o eletroencefalograma (eeg); à direita, visão próxima do equipamento com 128 eletródos ativamente amplificados



Fonte: VILLAROUCO, 2021.

Segundo Klug (2020), existem diferentes formas de aplicar a realidade virtual e pode ser aplicado através de imagens em 360° que é a maneira mais rápida, renderização em 360° com os softwares Revit, 3DS Max, Lumion, Promob, Sketchup, entre outros que já estão disponíveis no mercado, todos permitem exportar as imagens para um celular giroscópio, aplicativo VR (em plataformas online de RV), óculos VR de diferentes marcas, também é possível criar tours virtuais em 360°.

3 MÉTODO

Através a definição do tema escolhido, Realidade Virtual na Neuroarquitetura, a metodologia utilizada para esse estudo se fundamenta em uma pesquisa qualitativa, cuja a modelagem de um cenário utilizando a neuroarquitetura permitirá a coleta de dados dos softwares utilizados para a visualização do ambiente usando a Realidade virtual. Para a modelagem do ambiente foi utilizado o software Sketchup, e para a visualização do ambiente virtual foi utilizado o software Lumion, seguido do Meu passeio virtual.

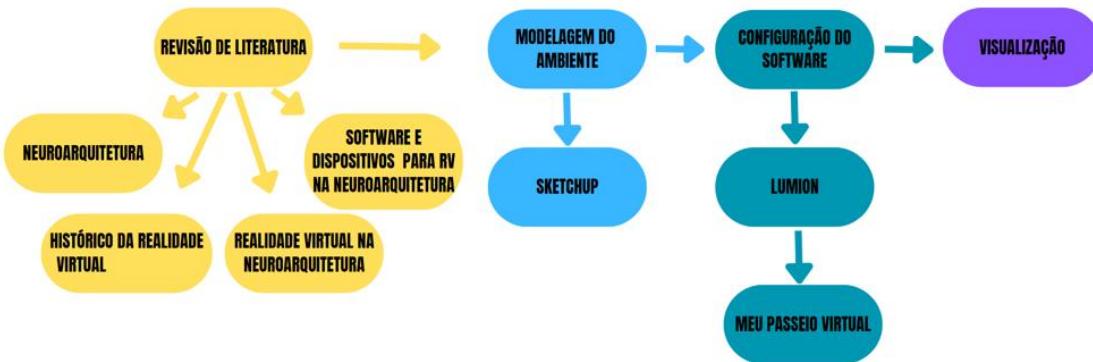
Considerando o objetivo que foi apontado, a pesquisa exploratória foi aplicada em um teste de visualização para avaliar a qualidade do software que fará a visualização do ambiente virtual de forma imersiva. Segundo Gil (1996), esse método de pesquisa enfatiza na familiarização do problema apontado, construindo conhecimentos para assim compreendê-lo, para realizar a modelagem e o teste do software foi realizado uma revisão de literatura na base de dados do Google Scholar e Researchgate.

O período dos artigos pesquisados foram trabalhos publicados nos últimos 10 anos. As palavras chaves desta pesquisa são: Neuroarquitetura, Arquitetura, Realidade Virtual.

Ao que se refere as ações, foram realizadas as seguintes atividades: (1) Revisão de literatura; (2) Modelagem do ambiente; (3) Configuração do software para a visualização do ambiente virtual de forma imersiva; (4) Teste de visualização, conforme mostra a Figura 5.



Figura 5 – Procedimentos metodológicos realizados na pesquisa



Fonte: DOS AUTORES, 2023

A primeira etapa a revisão bibliográfica foi realizada com a finalidade de elaborar um repertório de definições e argumentos para desenvolver o estudo, na etapa referente a modelagem do ambiente para a análise da interação com o ambiente virtual, foi escolhido um projeto de reforma de um apartamento que utiliza a neuroarquitetura contendo sala de estar, sala de jantar, cozinha, sacada e uma suíte que foi modelado no software Sketchup, em seguida foi configurado no software Lumion 12.5 para gerar imagens de visualização 360° para assim configura-lo para visualização no Meu Passeio Virtual.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

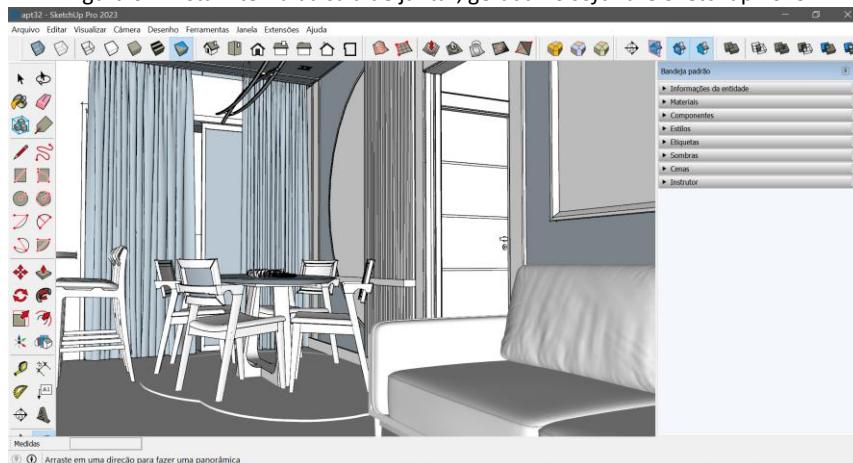
Para o desenvolvimento do ambiente de realidade virtual, foi utilizado um projeto de reforma de um apartamento, contendo os seguintes ambientes: sala de estar, sala de jantar, cozinha, sacada e suíte, sendo que nesses ambientes foi feito a aplicação da neuroarquitetura. Esse projeto teve como objetivo, avaliar como a realidade virtual pode auxiliar na visualização do ambiente utilizando a neuroarquitetura.

Conforme Matoso (2022), a utilização da neuroarquitetura em projetos arquitetônicos faz com que as pessoas tenham maior conforto ambiental, bem-estar, felicidade entre outros sentimentos. Dessa forma, os espaços foram projetados pensando no conforto dos usuários, com isso buscou-se trazer materiais que lembram a natureza como a madeira, pedras, entre outros, também foi utilizado tons neutros com a inclusão de vegetação.

Sendo assim, como primeira etapa para a construção do ambiente, foi utilizado o software Sketchup 2023, conforme mostra a Figura 6, onde foi realizado a concepção do projeto e a modelagem tridimensional.



Figura 6 – Vista interna da sala de jantar, gerada no software Sketchup 2023

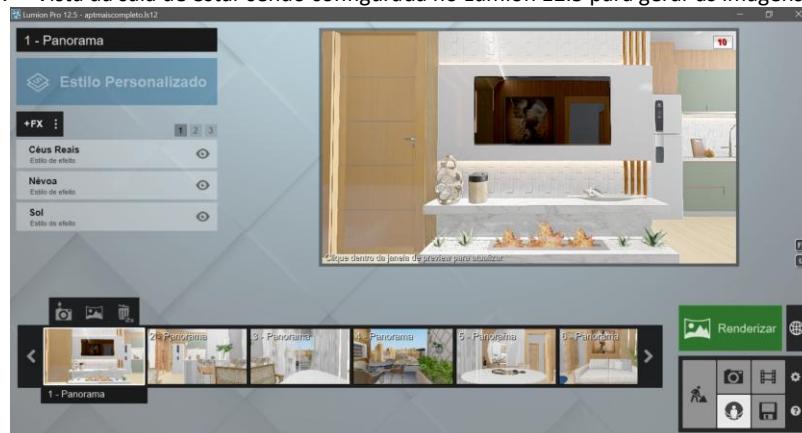


Fonte: DOS AUTORES, 2023

Ao final do desenvolvimento de modelagem tridimensional no software Sketchup 2023, o arquivo foi exportado para o software Lumion para ser configurado conforme mostra a Figura 7, entretanto foi necessário realizar os seguintes passos:

1. Após realizada a importação para o software Lumion 12.5, foi realizado toda a configuração de aplicação de textura;
2. Configuração e adição de iluminação;
3. Configuração de efeitos para gerar as imagens de visualização em 360°.

Figura 7 – Vista da sala de estar sendo configurada no Lumion 12.5 para gerar as imagens em 360°



Fonte: DOS AUTORES, 2023

Após realizada a configuração do ambiente no software Lumion 12.5, foi possível realizar a renderização das imagens conforme mostra a Figura 8. Foram necessárias 10 imagens para configurar todo o ambiente para visualização no site do Meu Passeio Virtual.



Figura 8 – Imagem da sala de estar em 360°, após renderizada no software Lumion 12.5.



Fonte: DOS AUTORES, 2023

Realizada essas etapas, foi logado no site Meu passeio virtual para iniciar a configuração e assim criar o tour em 360°, onde foram importadas as 10 imagens que foram geradas no Lumion para dentro do site. Logo após, foi possível colocar setas de direção em que o usuário poderá visualizar o projeto com a indicação de qual ambiente ele está visitando, conforme mostra a Figura 9;

Figura 9 – Configuração do tour do ambiente realizado no site Meu Passeio Virtual

Aqui você importa e gerencia suas imagens 360°.

CARREGAR IMAGENS 360°

Angular inicial

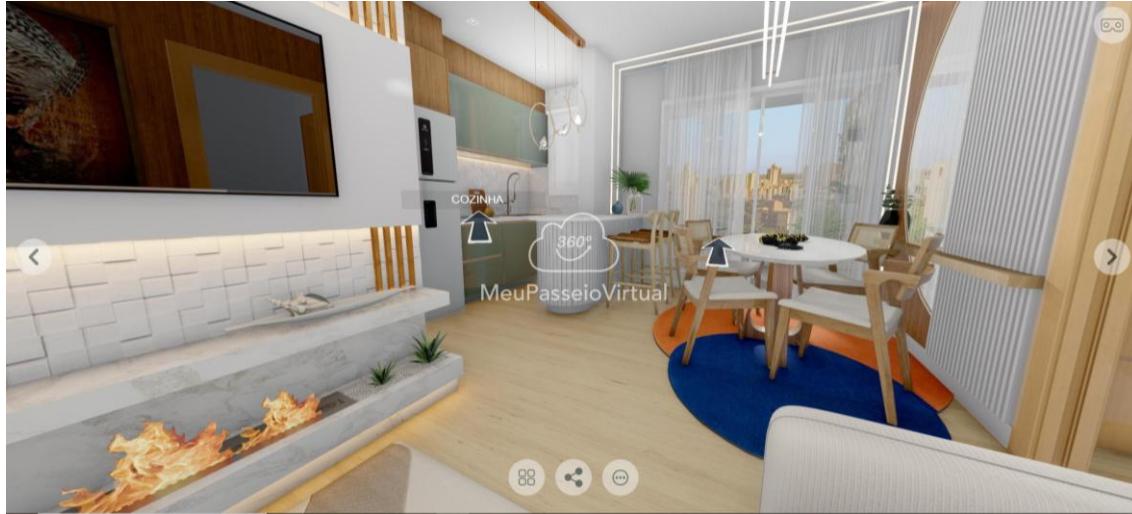
PRÉ-VISUALIZAR ABRIR LINK

Fonte: DOS AUTORES, 2023

Após finalizada a configuração é possível testar com o usuário, esse tour pode ser realizado através de um smartphone, notebook, com o uso de óculos de RV, entre outros. Na Figura 10 podemos ver como fica a visualização sendo realizada através de um notebook com o uso do mouse.



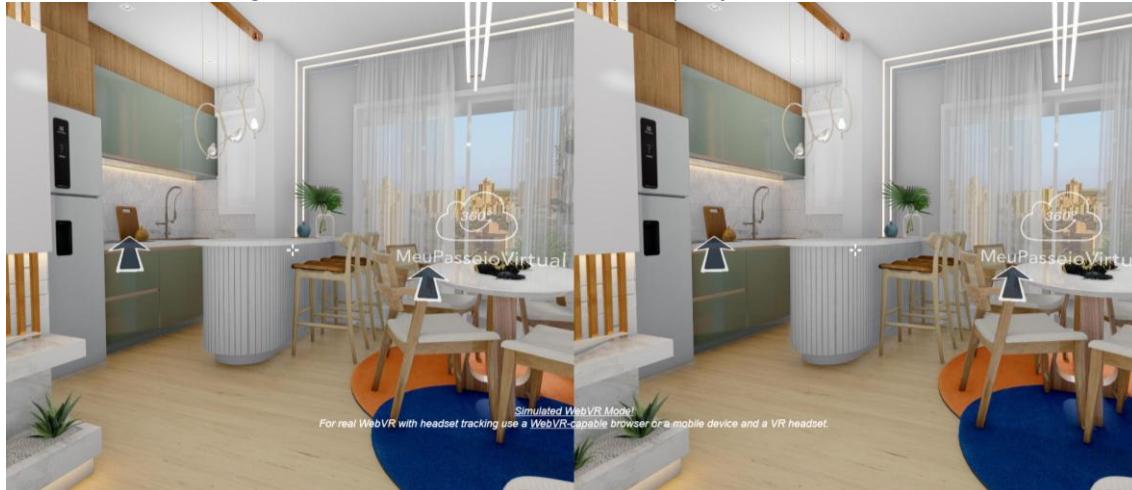
Figura 10 – Teste do tour no ambiente com o uso do mouse e notebook



Fonte: DOS AUTORES, 2023

Já na Figura 11 está sendo aplicada a visualização através do uso de óculos de RV. Diante disso, o tempo médio sugerido para percorrer os espaços propostos do apartamento modelado são cinco minutos, utilizando um notebook. Utilizando um smartphone é necessário um tempo médio de seis minutos e já utilizando o óculos de realidade virtual é necessário uma média de 9 minutos, pois é necessário um tempo para que as pessoas possam se acostumar com o óculos.

Figura 11 – Teste do tour no ambiente para aplicação do óculos de RV



Fonte: DOS AUTORES, 2023

Sendo assim, o uso da realidade virtual para a visualização dos ambientes, nos três dispositivos (notebook, smartphone e óculos de realidade virtual) pode auxiliar nos projetos de neuroarquitetura, pois é possível ter uma melhor visão dos acabamentos, texturas e decoração que serão utilizados no projeto, fazendo com que os clientes se sintam acolhidos e imersivos no ambiente, uma vez que também pode facilitar nas alterações que são necessárias fazer antes do mesmo ir para o processo de execução.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme Zuanon, Bordini e Steagall (2021), o uso da Realidade Virtual, é capaz de diminuir o estresse, alivio das dores, entre outros, pois ela proporciona estímulos sensoriais, esses estímulos gerados a partir da visualização dos ambientes utilizando a RV segundo Villarouco (2021), é uma ótima opção para entender o porquê das reações humanas dentro do ambiente, já que é um método não invasivo que está em harmonia com a área da neurociência.

Sendo assim, a metodologia utilizada nesta pesquisa para avaliar como a realidade virtual pode auxiliar na visualização dos ambientes em projetos de neuroarquitetura, teve como finalidade modelar um ambiente virtual para que o usuário pudesse interagir com o espaço projetado. A experiência realizada através da visualização com os dispositivos (notebook, smartphone e o óculos de realidade virtual) no site Meu passeio virtual, permitiu aos autores aprofundarem os conhecimentos dos softwares, assim como verificar a qualidade que ambos apresentavam.

Desta forma, o teste de visualização do ambiente projetado que foi realizado pelo usuário, aponta ser uma importante ferramenta, sendo uma boa alternativa para auxiliar nas apresentações de projetos, pois de certa forma o usuário consegue sentir-se dentro do ambiente e reparar nas sensações que esse espaço pode lhe proporcionar. Conforme Villarouco (2021), essas tecnologias estão cada vez mais incluídas na área da neuroarquitetura e a medida que os estudos vem avançando é possível ver novas formas de se projetar um ambiente, através do uso das tecnologias.

Segundo Mello (2023), a realidade virtual está avançando rapidamente e pode assim auxiliar as diferentes áreas através do uso dessas tecnologias que estão disponíveis no mercado.

REFERÊNCIAS

BATHKE, Mia. **Virtual Reality/Augmented Reality in Art**. 2018. Disponível em: <https://virtualrealityinart.wordpress.com/before-the-term-virtual-reality-1956-1980/>. Acesso em: 28 set. 2023.

CARMEN, Gabriela del. **Metaverso: tudo que você precisa saber sobre a tecnologia que integra os mundos real e virtual**. 2021. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2021/05/metaverso-tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-a-tecnologia-que-integra-os-mundos-real-e-virtual/>. Acesso em: 05 out. 2023.

ESTEVES JÚNIOR, Álvaro Ricardo Saez; MARTINS, Roberta Moraes. **REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**. Revista Científica da Faex, v. 1, n. 17, p. 499-509, jul. 2020

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas. 1996.

KLUG, Maicon. **Saiba como utilizar a Realidade Virtual na arquitetura**. 2020. Disponível em: <https://reaisevirtuais.com/2020/07/07/saiba-como-utilizar-a-realidade-virtual-na-arquitetura/>. Acesso em: 19 out. 2023.

LOPES, Jade Barros Fajardo. **MUSICOTERAPIA E EDUCAÇÃO MUSICAL: neuroarquitetura e sua influência em ambientes de reabilitação e educação**. Episteme Transversalis, [s. I], v. 14, n. 2, p. 36-50, ago. 2023.

LUMION. **Lumion**. 2023. Disponível em: <https://lumion.com/>. Acesso em: 25 mar. 2024.

MATOSO, Marília. **Neuroarquitetura: como o seu cérebro responde aos espaços**. 2022. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/981830/neuroarquitetura-como-o-seu-cerebro-responde-aos-espacos>. Acesso em: 23 out. 2023.



MELLO, Rodrigo. **Realidade virtual: tecnologia "das antigas" e ainda à frente do tempo.** 2023. Disponível em: <https://tiinside.com.br/10/02/2023/realidade-virtual-tecnologia-das-antigas-e-ainda-a-frente-do-tempo/>. Acesso em: 05 out. 2023.

MENDES, Tiago Tasca. **Laboratório de Realidade Virtual BIM para a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção.** 2022. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2022.

REBELO, Irla Bocianoski. **REALIDADE VIRTUAL APlicada à ARQUITETURA E URBANISMO: REPRESENTAÇÃO, SIMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROJETOS.** 1999. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

SKETCHUP. **Sketchup: trimble.** Trimble. 2023. Disponível em: https://www.sketchup.com/pt-BR/plans-and-pricing?utm_source=google&utm_medium=paid_search&utm_campaign=SU_Brand_Search_BR&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwvYSwBhDcARIsAOyL0fgsjgBbbri50cg4eYGCnovNkSbC_468IFq1vv-B9hyJCs0wo7Tu65saApN3EALw_wcB&gclsrc=aw.ds. Acesso em: 25 jun. 2024.

SOUZA, Júlia. **O que é realidade virtual e quais as suas aplicações.** 2022. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Tudo-sobre/noticia/2022/08/o-que-e-realidade-virtual-e-quais-suas-aplicacoes.html>. Acesso em: 05 out. 2023.

TORI, Romero; HUNSELL, Marcelo da Silva (org.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada.** 3. ed. Porto Alegre: Editora SBC, 2020. 496p.

TORI, Romero; KIRNER, Cláudio; SISCOUTTO, Robson. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada.** Belém: Sbc - Sociedade Brasileira de Computação, 2006. 422 p.

VALERIO NETTO, Antonio e MACHADO, Liliane dos Santos e OLIVEIRA, Maria Cristina Ferreira de. **Realidade virtual - definições, dispositivos e aplicações.** REIC - Revista Eletrônica de Iniciação Científica, v. 2, n. 1, p. 1-29, 2002 Tradução . Disponível em: <http://www.sbc.org.br/reic/edicoes/2002e1/tutoriais/RV-DefinicoesDispositivosEAAplicacoes.pdf>. Acesso em: 28 set. 2023.

VILLAROUCO, Vilma. **NEUROARQUITETURA: a neurociência no ambiente construído.** Rio de Janeiro: Rio Books, 2021. 256 p.

VIRTUAL, Meu Passeio. **Meu passeio Virtual.** 2023. Disponível em: <https://www.meupasseiovirtual.com/>. Acesso em: 25 mar. 2024.

ZANCANELI, M. A. ; CHAGAS, I. ; BRAIDA, F. ; FERREIRA, I. de M. . **Os softwares de realidade virtual para o projeto de arquitetura na era da quarta revolução industrial: uma análise comparativa.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019. *Anais* [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2019. p. 1-6. DOI: 10.46421/sbtic.v2i00.141. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/141>. Acesso em: 19 out. 2023.

ZUANON, Rachel; BORDINI, Rogério Augusto; STEAGALL, Marcos Mortensen. **Realidade Virtual-Arquitetura-Neurociências: modelagem e avaliação de ambientes hospitalares imersivos e homeodinâmicos no CAISM-UNICAMP.** Biblioteca da Universidade de Tecnologia de Auckland, v. 2, n. 1, p. 63, dez. 2021.