

Comparative Study of Navigation Interfaces in Immersive 3D Architectural Design Environments

Estudo Comparativo de Interfaces de Navegação em Ambientes Imersivos de Projetos Arquitetônicos 3D

Francisco C. Del’Gaudio Junior¹, Claudio R. M. Maurício¹, Fabiana F. F. Peres¹

¹Centro de Engenharias e Ciências Exatas – Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – Foz do Iguaçu – PR – Brazil

{delgaudiofrancisco.junior, ffrata, crmmauricio}@gmail.com

Abstract. *Virtual Reality has increasingly permeated various industry sectors and is being used in diverse contexts. In the Architecture, Engineering, and Construction sector, Virtual Reality provides immersive experiences through the use of 3D-modeled architectural projects. However, the use of navigation methods can negatively impact the user experience, leading to adverse health effects. This study aims to investigate and compare the effects caused by navigation interfaces using a joystick and teleportation. Usability and motion sickness were observed. The results of this research favored the teleportation mode of navigation.*

Resumo. *A realidade virtual cada vez mais tem se aproximado de diferentes setores da indústria sendo utilizada em diversos contextos. No setor de Arquitetura Engenharia e Construção, a realidade virtual oferece experiências imersivas com o uso de projetos arquitetônicos modelados em 3D. Porém, a utilização de formas de navegação podem afetar negativamente a experiência do usuário, causando efeitos adversos na saúde. Este estudo tem como objetivo estudar e comparar os efeitos que a interface de navegação utilizando joystick e utilizando o teleporte causam. Foram observados a usabilidade e o motion sickness. Os resultados desta pesquisa se mostraram favoráveis ao modo de navegação por teleporte.*

1. Introdução

A Realidade Virtual (RV), em conjunto com o avanço da tecnologia, se torna cada vez mais popular e indispensável por se tratar de uma ferramenta flexível que abrange diversos setores da indústria como educação e construção civil, possibilitando experiências imersivas em diferentes contextos. No setor de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), diversas vantagens são apresentadas, como o uso de projetos arquitetônicos modelados em 3D com o objetivo de demonstrar estruturas que ainda serão produzidas ou estruturas já construídas, porém distantes do usuário. O uso da RV auxilia na facilidade da tomada de decisão antes do início do processo de construção e economia de tempo e dinheiro, assim como vantagens no design participativo, tornando o processo ainda mais personalizado para o usuário [Wolfartsberger 2019].

Um dos processos de imersão no uso do óculos é a movimentação do usuário. A movimentação é importante para a exploração das estruturas arquitetônicas, tornando-se

uma ferramenta que possibilita a navegação no ambiente de diversas maneiras sendo as mais comuns a que simula o processo de caminhar por meio do joystick e a que teleporta o usuário para o espaço desejado. Porém existem alguns efeitos negativos relacionados a saúde como náuseas, desorientação e oculomotor onde o pior deles, segundo Kim et al. [Kim et al. 2018] é a desorientação.

Destarte, este trabalho busca diferenciar qual forma de movimentação possui maior influência negativa ou positiva na investigação de um projeto arquitetônico modelado em tipo CAD e introduzido num óculos de RV, buscando assim contribuir com as investigações no avanço de visitas de estruturas na área de AEC com a tecnologia de RV.

2. Navegação em ambientes virtuais

Existem diferentes efeitos adversos a saúde causados pelo uso da RV, como *motion sickness* (MS) e *simulator sickness* (SS). O efeito provocado pela exposição ao movimento real ou aparente é conhecido por MS [Jerald 2015]. Este trabalho trata os sintomas causado pelo MS, que pode ser, desconforto geral, náusea, tontura, dores de cabeça, desorientação, vertigem, sonolência, palidez, transpiração e em casos, extremos, vômitos.

Outrossim, este trabalho trata de duas diferentes formas de movimentação em ambientes arquitetônicos modelados: Joystick e o Teleporte, cada qual projetando uma percepção sensorial diferente, e portanto, resultados diferentes nos sintomas causados pelo MS.

3. Projeto arquitetônico

A “Casa do Visitante Internacional” é um projeto em andamento da Unioeste, para acomodar visitantes internacionais. A modelagem da estrutura foi desenvolvida pelo departamento de obras da reitoria, com o objetivo de demonstrar sua aparência final. A ferramenta utilizada para integrar este ambiente ao óculos de RV foi o software Unity. A fachada e a estrutura da casa pode ser vista na Figura 1.

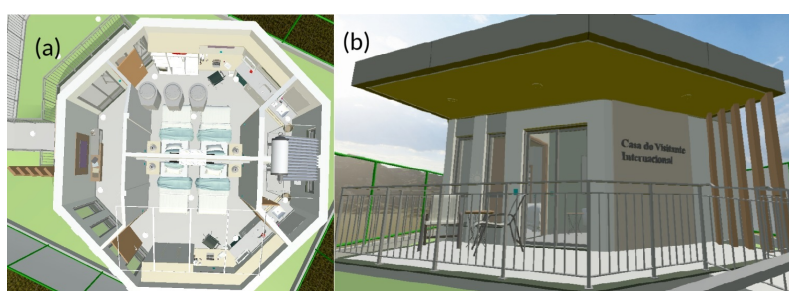


Figura 1. Representação da Casa do Visitante Internacional: (a) planta baixa da casa; (b) fachada da casa.

4. Experimentos e Resultados

Participaram deste experimento 16 pessoas (5 mulheres e 11 homens). Dois participantes tinham menos do que 20 anos, 12 participantes tinham entre 20 e 30 anos e outros dois tinham entre 30 e 40 anos. Cinco deles nunca tinham tido experiências imersivas e somente um indicou que usa frequentemente. Os demais raramente usam ou usaram uma única vez. Um dos participantes relatou que tinha labirintite.

4.1. Questionários

O questionário utilizado para o enjoo foi o *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ) [Kennedy et al. 1993]. O SSQ tem sido tradicionalmente utilizado para a medição de *locomotion sickness* causado pelo uso de RV, o SSQ possui um sistema de escala de quatro níveis que vai de 0 a 3, onde 0 corresponde a “Nada”, 1 corresponde a “Fraco”, 2 “Moderado” e 3 “Forte”. Além disso o questionário *System Usability Scale* (SUS) foi utilizado para medir a usabilidade de cada interface de movimentação.

4.2. Produção de dados

Foram utilizados dois *headsets* de RV de alta resolução, ambos modelo Meta Quest 2, além de dois notebooks com processador Intel I5, SSD 256 GB, memória RAM de 16GB, e uma placa de vídeo modelo GTX 1650.

O procedimento geral do experimento foi composto de três fases. Na primeira fase o participante era convidado a preencher um primeiro questionário utilizado para descrever o seu perfil. Na segunda etapa o pesquisador explicou a tarefa para os participantes. A tarefa consistia em explorar o projeto arquitetônico e encontrar três cubos vermelhos espalhados aleatoriamente utilizando a forma de navegação por teleporte. O participante iniciava na parte de fora da casa e após encontrar todos os cubos devia voltar ao local inicial. Cada vez que o participante encontrava um cubo ele expressava verbalmente que havia encontrado. Além disso, os óculos estavam sendo espelhados na tela dos notebooks para que o pesquisador pudesse acompanhar as decisões do participante e logo depois este respondia um segundo questionário.

Após o preenchimento do segundo questionário, o participante tinha o tempo que precisasse para descansar e passar para a próxima etapa. Nesta última etapa, o procedimento da segunda etapa foi repetido, porém os cubos estavam em lugares diferentes e a movimentação era por meio de um joystick. Por fim o participante respondia o último questionário, que era idêntico ao segundo, porém voltado a movimentação por joystick. Portanto, os participantes responderam o questionário de enjoo e usabilidade duas vezes ao todo. O experimento durou, em média 1 hora e 40 minutos.

4.3. Análise dos dados

Para a conclusão dos dados avaliados utilizando o questionário SSQ, foi utilizado o roteiro padrão definido por [Kennedy et al. 1993], onde cada nota recebeu seu respectivo valor e foi multiplicado pelo seu peso. A Figura 2 mostra as médias do escore de cada grupo, onde o joystick teve um maior impacto no MS, principalmente no grupo da desorientação.

Os resultados de usabilidade utilizando o questionário SUS também obtiveram resultados significativos, onde a interface utilizando o teleporte obteve uma média de aproximadamente 81, considerado aceitável dentro dos padrões do questionário, já a interface utilizando o joystick obteve uma média de aproximadamente 76, considerado neutro dentro dos padrões do questionário SUS.

Dados qualitativos também foram obtidos a partir dos questionários, ao todo dez comentários foram coletados sobre a experiência. Um participante registrou que “*Como minha primeira vez utilizando tal tipo de equipamento, creio que a navegação por teleporte é bem melhor pelo simples fato de eu conseguir me sentir bem após o experimento, o*

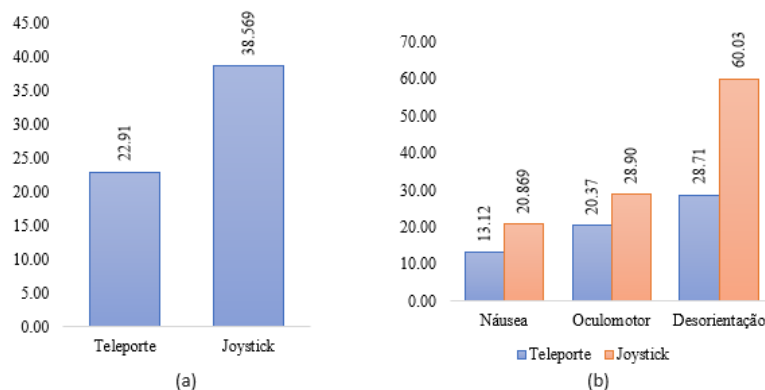


Figura 2. Comparação entre os escores obtidos das interfaces de movimentação utilizando o questionário SSQ: (a) escore total; (b) escore por grupo.

que não aconteceu com a navegação por joystick." (P1). Outro disse o seguinte "Embora a navegação por joystick seja mais realista, é menos prazerosa de se utilizar." (P11).

5. Conclusões

Este estudo teve como objetivo entender os efeitos adversos à saúde de dois tipos de navegação, com foco na exploração de projetos arquitetônicos voltados para a AEC. Os resultados obtidos se demonstraram favoráveis a utilização do teleporte como ferramenta de locomoção dentro destes ambientes, uma vez que causou menos sintomas relacionados ao MS, em detrimento do joystick, principalmente quanto aos efeitos de desorientação. Em relação a usabilidade, o teleporte também foi a preferência dos participantes.

Embora não seja possível generalizar os resultados deste estudo, ele trouxe contribuições ao fornecer informações sobre os resultados experimentais, o que poderá auxiliar desenvolvedores a implementar interfaces mais adequadas ao contexto de navegação em projetos arquitetônicos modelados.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Araucária pelo apoio na aquisição de equipamentos por meio de recursos do Fundo Paraná.

References

- Jerald, J. (2015). The VR book human-centered design for virtual reality. Morgan Claypool, United States.
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., and Lilienthal, M. G. (1993). Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. The International Journal of Aviation Psychology, 3(3):203–220.
- Kim, H. K., Park, J., Choi, Y., and Choe, M. (2018). Virtual reality sickness questionnaire (vrsq): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment. Applied Ergonomics, 69:66–73.
- Wolfartsberger, J. (2019). Analyzing the potential of virtual reality for engineering design review. Automation in Construction, 104:27–37.