SBQP 2023
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Sustentabilidade e Responsabilidade Social no Projeto. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PROGRAU) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). De 16 a 18 de Novembro, Pelotas, RS, Brasil.

O USO DAS SIMULAÇÕES VIRTUAIS IMERSIVAS COMO AUXÍLIO NA CAPTURA DE DIRETRIZES PROJETUAIS[1]

MANDOLA, Juliana Bambini (1); DURANTE, Amanda Leticia Passolongo (2); PADULA, Poliana (3); OLIVEIRA, Vivian Maria Amaral de (4); AZUMA, Maurício Hidemi (5); IMAI, César (6)

(1) Universidade Estadual de Londrina, juliana.bambini@gmail.com

(2) Universidade Estadual de Londrina, amanda.durante@uel.br

(3) Universidade Estadual de Londrina, poliana.padula@uel.br

(4) Universidade Estadual de Londrina, vivian.amaral.oliveira@uel.br

(5) Universidade Estadual de Londrina, azuma@uel.br

(6) Universidade Estadual de Londrina, cimai@uel.br

RESUMO

Dentre as diversas inovações digitais existentes para a discussão do projeto em AEC, o uso de ferramentas tecnológicas imersivas tem se destacado em ambientes colaborativos por auxiliar na captação de requisitos e diretrizes de projeto a partir da colaboração dos usuários finais. O objetivo deste artigo é explorar o potencial de uma ferramenta virtual imersiva para coleta de dados em conjunto com os usuários finais a partir do uso de celulares e dos óculos de Realidade Virtual. Foram realizadas simulações com a participação de usuários de uma biblioteca setorial para avaliar o projeto da nova Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina, com foco em análises de percepção da circulação, dimensionamento, iluminação e mobiliário. Como resultado, foi possível identificar os requisitos mais importantes para os usuários e propor modificações no projeto da nova biblioteca, evidenciando que a ferramenta possui grande potencial como facilitador no processo de compreensão dos detalhes arquitetônicos.

Palavras-chave: *Realidade Virtual. Ambientes virtuais imersivos. Diretrizes projetuais.*

ABSTRACT

Among the various existing digital innovations for the discussion of the project in AEC, the use of immersive technological tools has stood out in collaborative environments for helping to capture project requirements and guidelines from the collaboration of end users. The objective of this article is to explore the potential of an immersive virtual tool for collecting data with end users using smartphones and Virtual Reality glasses. Simulations were carried out with the participation of users of a sectorial library to evaluate the project of the new Central Library of

---

[1] MANDOLA, Juliana Bambini; DURANTE, Amanda Leticia Passolongo; PADULA, Poliana; OLIVEIRA, Vivian Maria Amaral de; AZUMA, Maurício Hidemi; IMAI, César. O Uso das Simulações Virtuais Imersivas como Auxílio da Captura de Diretrizes Projetuais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2023, Pelotas. **Anais**... Pelotas: PROGRAU/UFPEL, 2023. p. 01-11. DOI https: //doi.org./ 10.46421/sbqp.v3i.4010

the University of Londrina, focusing on analyzes of perception of circulation, dimensioning, lighting and furniture. As a result, it was possible to identify the most important requirements for users and propose changes to the new library project, showing that the tool has great potential as a facilitator in the process of understanding architectural details.

***Keywords**: Virtual Reality. Immersive virtual environments. Design guidelines.*

1 INTRODUÇÃO

O uso de ferramentas virtuais imersivas baseadas na tecnologia de Realidade Virtual (RV) tem se destacado nos ambientes colaborativos para a discussão do projeto na área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Dentre as diversas contribuições, estas ferramentas estão sendo responsáveis por simplificar a comunicação entre arquitetos e usuários e melhorar significativamente a relação entre os envolvidos no projeto, se tornando uma ferramenta poderosa em ambientes colaborativos (YU et al, 2022; VAN LEEUWEN et al, 2018).

Na indústria da construção, a RV tem sido utilizada como uma plataforma de aprendizagem cognitiva, auxiliando os agentes envolvidos na compreensão das consequências de suas ações sem implicações prejudiciais na vida real e, desta forma, trazendo inúmeras contribuições benéficas que seriam difíceis de compreender com os sistemas tradicionais de representação (TAYEH; ISSA, 2020; JERALD, 2016).

A percepção dos usuários por meio da RV pode variar conforme a sua experiência e a maneira como o ambiente virtual é simulado. Através do uso de óculos de RV, os usuários podem experimentar a sensação de profundidade estereoscópica, onde os objetos virtuais parecem estar em diferentes planos de profundidade, criando a ilusão de distância. Neste contexto, o ser humano encontra na percepção ambiental os meios e caminhos para coletar a informação do mundo ao seu redor (GIFFORD, 2002). A percepção pelo indivíduo pode se dar por meio da percepção dos objetos, onde há uma ênfase da assimilação em propriedades de pequenos estímulos: luz, cor, profundidade, constância perceptual, forma e movimento aparente.

Embora o uso de tecnologias virtuais imersivas já esteja sendo aplicado em práticas projetuais colaborativas para análise e avaliação de projetos, ainda é necessário desenvolver novos protocolos de aplicação em parceria com os usuários (BUHAMMOOD et al, 2020; VAN LEUWEEN et al, 2018). Apesar de pesquisas confirmarem os efeitos positivos das simulações imersivas em termos de entrega de projetos de melhor qualidade por meio de uma comunicação mais aprimorada, esta tecnologia ainda não está amplamente integrada na prática projetual arquitetônica e algumas reformulações precisam ser feitas em relação à sua utilidade geral (SPAETH; KHALI, 2018). Muitos benefícios poderiam ser obtidos se os projetos pudessem ser modificados, a partir das avaliações realizadas junto aos futuros usuários, ainda durante o seu processo de desenvolvimento.

Desta forma, o objetivo deste artigo é descrever os resultados da aplicação de uma pesquisa na qual se explorou o potencial da RV imersiva, na captura de informações junto aos usuários finais, para elaboração de diretrizes e requisitos projetuais. A partir de simulações virtuais realizadas para avaliar o projeto da nova Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina, foi possível captar os principais e mais importantes requisitos apontados pelos usuários e definir diretrizes projetuais. Como resultado, foram propostas modificações no projeto da nova biblioteca central, no intuito de atender as demandas atuais levantadas pelos usuários nas simulações.

A pesquisa busca contribuir demonstrando o potencial da RV imersiva aplicada aos usuários, atuando como instrumento facilitador na comunicação entre arquiteto e usuário no processo de projeto arquitetônico, ampliando os recursos para a captura dos requisitos e preferências dos futuros usuários, auxiliando na avaliação da eficiência dos projetos.

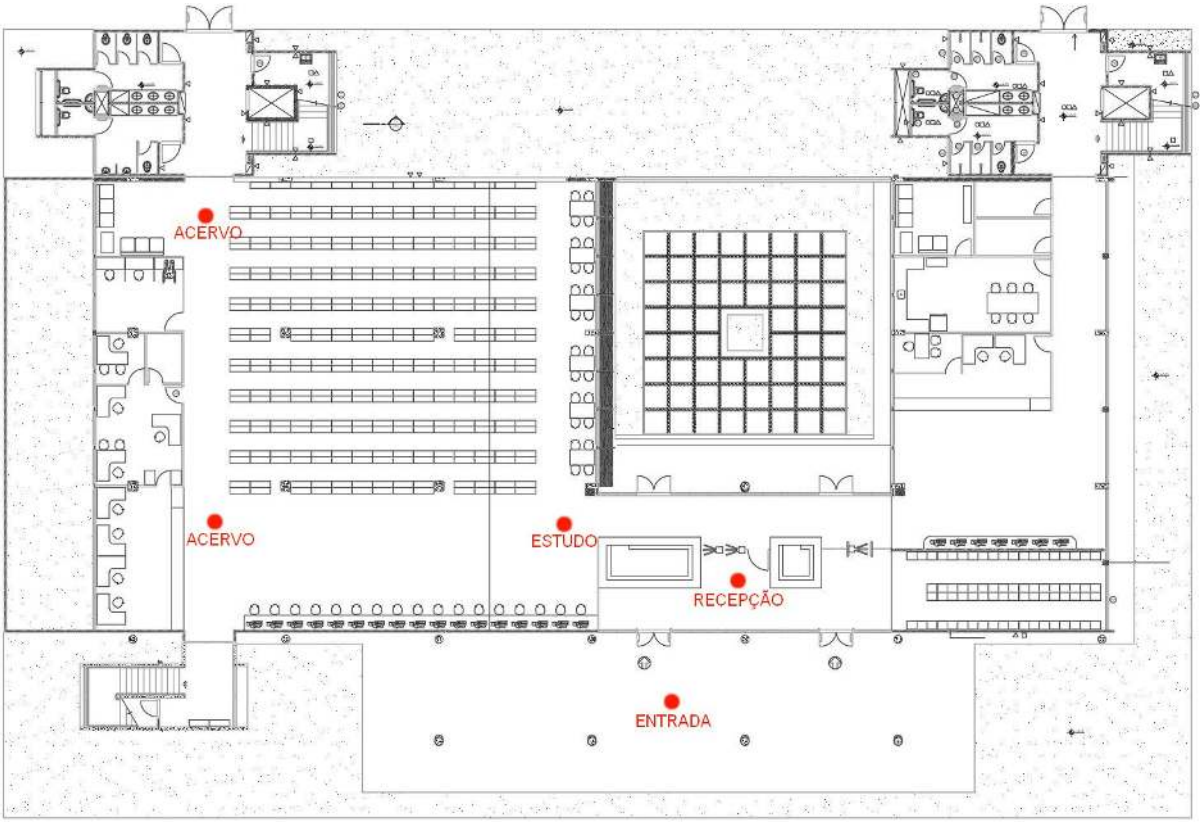
Essa pesquisa encontra-se aprovada na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP e no Comitê de Ética em Pesquisa sob o Parecer 4.693.775, emitido no dia 05 de maio de 2021.

2 MÉTODO

Para realizar a avaliação do projeto da nova Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina, foram desenvolvidas simulações virtuais imersivas a partir de um protocolo pré-estabelecido, o qual consiste na simulação virtual aplicada em conjunto com o questionário.

Para a realização da simulação, o arquiteto responsável disponibilizou e autorizou o projeto arquitetônico para que o edifício fosse representado no ambiente virtual. Inicialmente, foram delimitados os ambientes internos a serem modelados virtualmente para simular os ambientes de uso comum aos usuários da biblioteca. Foram selecionados 5 pontos de observação, os quais estão localizados na Figura 1 abaixo, sendo posicionados na entrada externa, recepção, locais de estudo e acervos.

Figura 1 – Delimitação dos pontos para realização das imagens 360º no projeto da nova Biblioteca Central

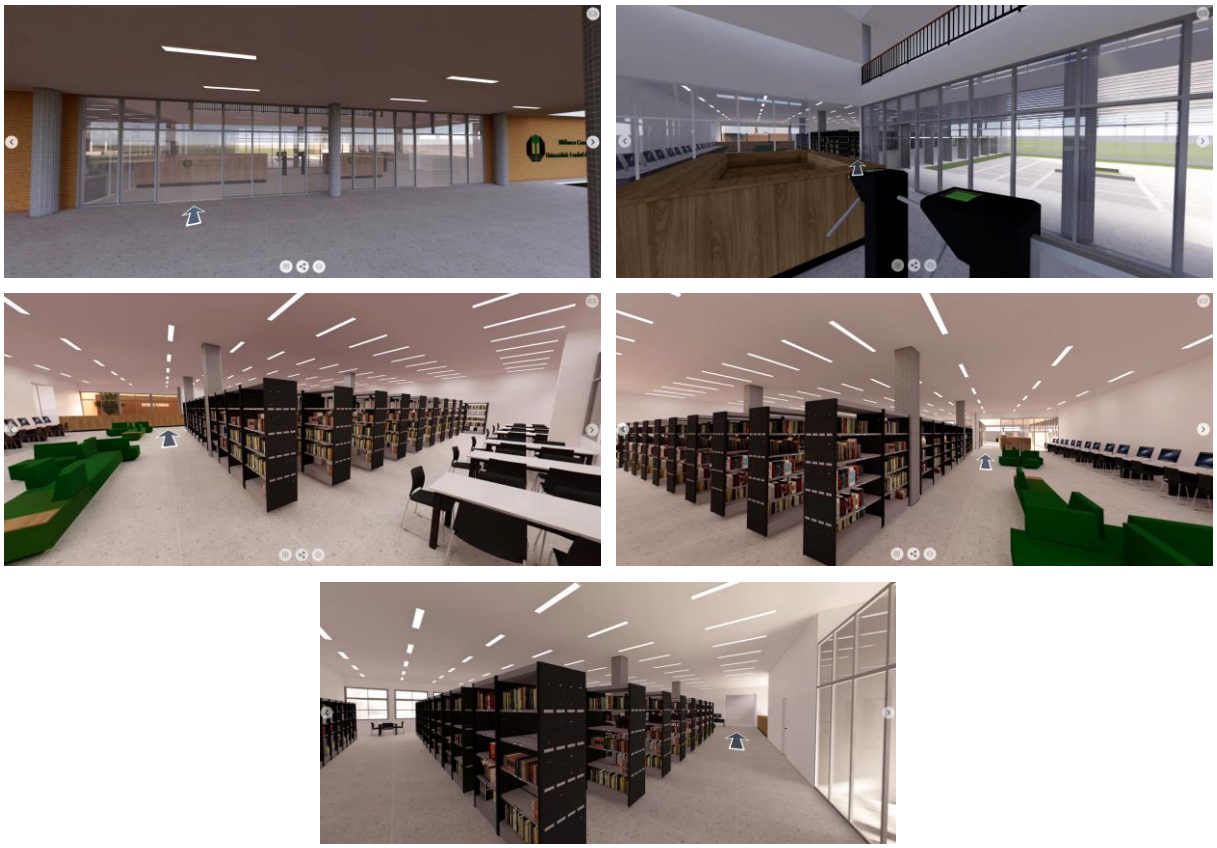


Fonte: Autores (2023)

Os ambientes selecionados foram modelados no programa SketchUp conforme o

layout proposto no projeto. Em seguida, os ambientes foram renderizados com auxílio do programa Enscape, gerando cinco imagens 360°. Na sequência, as imagens foram hospedadas no site "Meu Passeio Virtual" para serem utilizadas no ambiente virtual imersivo (Figuras 2, 3, 4, 5 e 6).

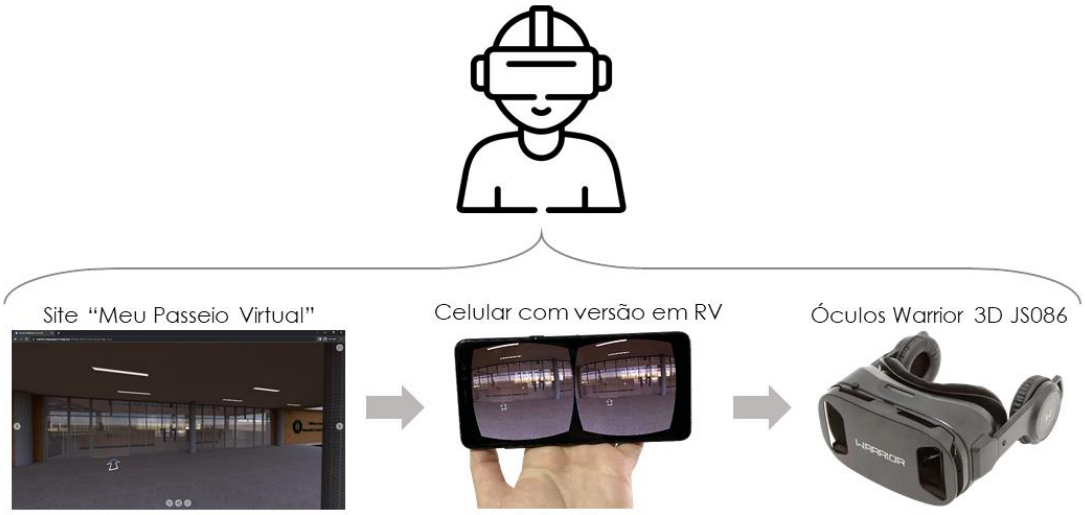
Figura 2, 3, 4, 5 e 6 – Imagens renderizadas 360°



Fonte: Autores (2023)

Uma vez inseridas as imagens no site "Meu Passeio Virtual", o link foi aberto no smartphone e este foi acoplado aos óculos de RV para processamento da simulação virtual (Figura 7). O ambiente virtual foi reproduzido a partir do uso dos óculos de RV Warrior 3D com Headphone JS086 e um *smartphone* modelo Samsung S10e.

Figura 7 – Esquema da RV



Fonte: Autores (2023)

Após a finalização do ambiente virtual de simulação, foi elaborada uma Entrevista Avaliadora em formato de questionário constituído por perguntas abertas, fechadas (dicotômicas e de múltipla escolha), compostas e de opinião. As questões abordavam informações sobre a biblioteca setorial, sobre o projeto da nova Biblioteca Central e finaliza com questões comparativas das duas bibliotecas (real x virtual). O foco das perguntas estava relacionado com a compreensão do projeto, mobiliários, iluminação, circulação, layout.

Desta forma, os equipamentos utilizados para a realização das simulações foram: Entrevista Avaliadora impressa para condução da pesquisa e anotações; Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) impresso para leitura e assinatura dos respondentes; óculos de RV; smartphone; álcool líquido e flanela para higienização dos óculos durantes as simulações.

A simulação do ambiente da nova Biblioteca Central foi precedida por uma avaliação de uma das bibliotecas setoriais da Universidade Estadual de Londrina, como instrumento de análise prévia dos quesitos identificados como importantes ou deficitários pelos respondentes em um ambiente real de sua utilização. Dessa forma, a simulação seria realizada por usuários do espaço da biblioteca como uma avaliação com base comparativa no ambiente de uso atual.

O protocolo foi aplicado no interior da biblioteca setorial em 26 entrevistados. O público-alvo desta pesquisa foram os usuários da biblioteca setorial, sem distinção de idade e sexo. Todos os entrevistados assinaram o TCLE antes de iniciar sua participação na pesquisa.

O procedimento iniciou com o participante recebendo as orientações iniciais e uma breve descrição da pesquisa. As primeiras questões da Entrevista de Avaliação foram realizadas com foco na experiência dos usuários sobre a sua percepção dos ambientes da biblioteca setorial sem o uso dos óculos de RV. Em seguida, com o uso dos óculos de RV, o respondente foi inserido no ambiente virtual e foi orientado a "passear" pelos ambientes do projeto da Nova Biblioteca Central, enquanto simultaneamente, foram aplicadas as questões relacionadas ao novo projeto.

Os dados coletados foram analisados conforme as respostas obtidas e serão descritos a seguir.

3 RESULTADOS

Os resultados foram descritos a partir de duas análises principais fornecidas pelas respostas dos usuários: primeiramente, focou-se nas análises da biblioteca setorial já existente e, em seguida, nas análises do projeto da nova biblioteca a partir da simulação virtual.

Analisando as respostas dadas referentes ao uso da biblioteca setorial, observou-se que esta é visitada pelo menos uma vez por semana, com uma maior frequência no período matutino e vespertino. Também foi constatado que o tempo de permanência varia entre 15 minutos e 14 horas, fato que pode ser explicado devido aos respondentes serem estudantes e funcionários, os quais apresentam usos e horários diferentes do edifício.

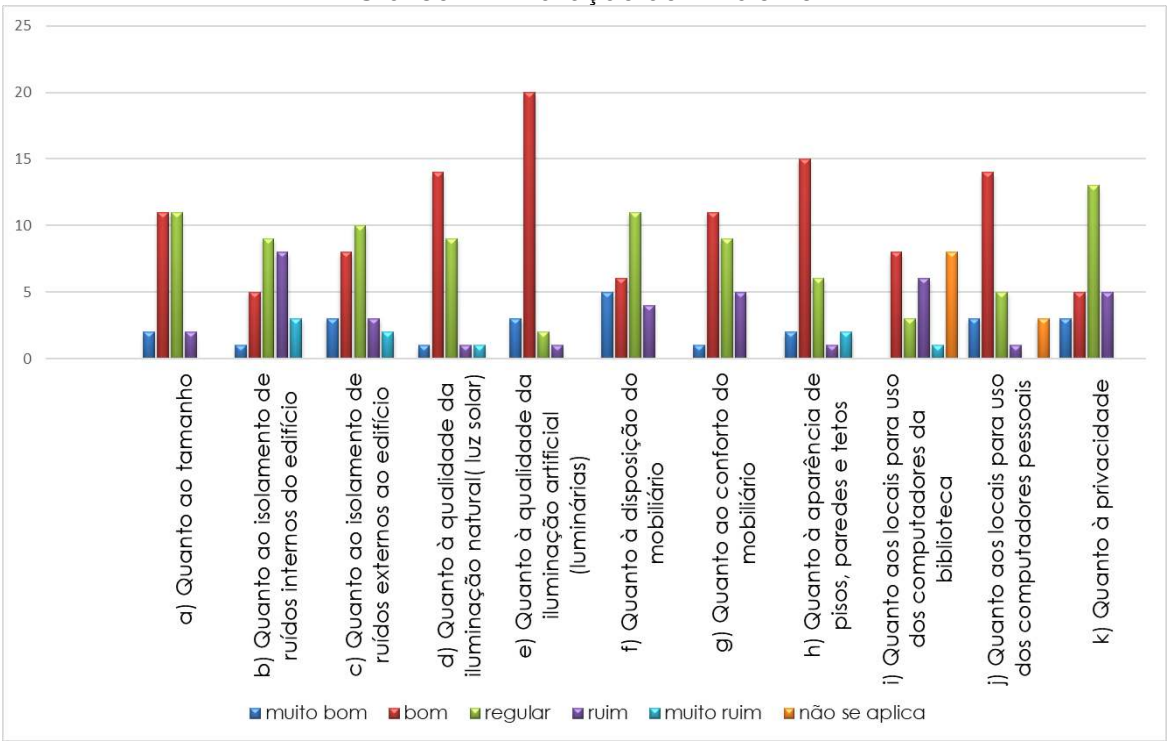
Dentre os espaços mais utilizados da biblioteca setorial, foi possível observar que a recepção, as mesas coletivas e as mesas de estudo obtiveram mais respostas, seguidos pelos acervos. Quando questionado sobre a utilização do espaço, 40% dos respondentes utilizam o recinto para estudar e ler, seguidos de 21% apenas para

pegar livros emprestados, 21% para trabalhar e 9% para realizar trabalhos acadêmicos. Enquanto avaliavam o espaço, 14 pessoas sentiram a necessidade de salas para o estudo em grupo.

Para um melhor parâmetro de análise, foram utilizadas perguntas com valores pré-estabelecidos para determinar como as pessoas avaliavam o ambiente onde permanecem a maioria do tempo, sendo: 0 = 'não se aplica'; 1 = 'muito bom', 2 = 'ruim', 3 = 'regular', 4 = 'bom' e 5 = 'muito bom'.

A partir do Gráfico 1, foi possível observar uma frequência maior nas respostas 'bom' e 'regular'. Apesar da biblioteca setorial ter alcançado um certo nível de satisfação, foi possível observar que há espaço para melhorias de acordo com as análises das respostas.

Gráfico 1 – Avaliação do Ambiente



Fonte: Autores (2023)

O Gráfico 1 indica que alguns elementos se destacaram em relação a outros. Os itens D e E, abordam a avaliação da iluminação natural e artificial, tiveram maior atenção dos respondentes, principalmente no quesito natural, onde apontaram que gostariam de mais aberturas para a visualização e integração da luz natural com a vegetação que se encontra em abundância no entorno. Quando comparada à iluminação artificial, observou-se uma diferença entre os resultados obtidos, já que os entrevistados ressaltaram a qualidade desse quesito devido a recente troca das luminárias para LED.

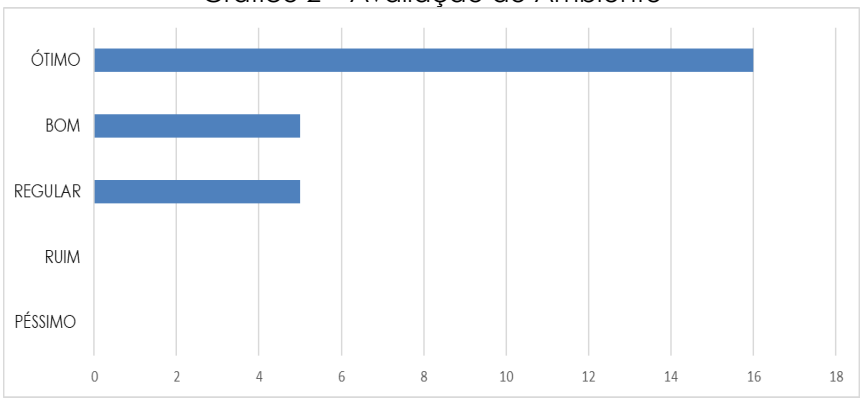
Os itens J e K também tiveram destaque para os respondentes. Um dos pontos identificados por parte dos respondentes foi a insuficiência de computadores, os quais também eram inapropriados para usos mais longos, além de estarem ocupando um espaço de grande trânsito, acarretado também o problema identificado pelo item K (falta de privacidade).

Após os dados levantados sobre a biblioteca setorial, o respondente foi instruído a colocar os óculos de RV para iniciar a análise do projeto da nova Biblioteca Central

dentro do ambiente virtual. Enquanto observavam os ambientes, 85% dos usuários conseguiram identificar o local onde estavam, assim como identificar os materiais que foram utilizados no ambiente 3D, sendo que apenas dois respondentes tiveram dificuldade para diferenciar o material do sofá e da parede.

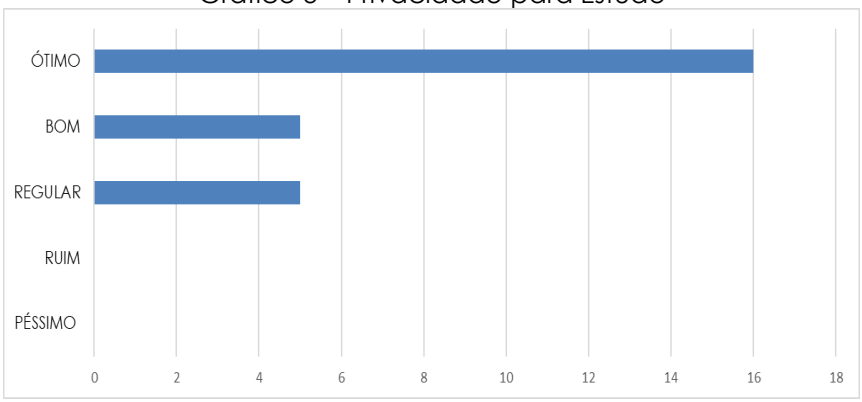
A partir das respostas relacionadas ao dimensionamento e circulação, foi possível constatar que a nova Biblioteca obteve avaliações relevantes, sendo a grande maioria das respostas 'ótimo' e 'bom' (Gráficos 2 e 3). Apesar dos pontos positivos identificados, os respondentes destacaram a proximidade das mesas na área de computadores, assim como a falta de anteparo entre eles, sinalizando um problema de privacidade. Outro item que apresentou um resultado semelhante foi a circulação, pois apesar das respostas mais obtidas serem 'boa' e 'espaçosa', 15% dos respondentes apontaram ausência de acessibilidade, mencionando o pouco espaço entre as estantes e a ausência de piso tátil.

Gráfico 2 – Avaliação do Ambiente



Fonte: Autores (2023)

Gráfico 3 – Privacidade para Estudo



Fonte: Autores (2023)

Por fim, para finalizar a simulação, foram abordadas questões gerais sobre o uso da ferramenta virtual. Quanto à facilidade do uso, 58% acharam 'fácil' a utilização dos óculos 3D, 31% acharam 'muito fácil' e o restante 'razoável'. Foi verificado que a compreensão e representação dos ambientes na realidade virtual foram em sua maioria classificadas como 'ótimas' e 'boas'. Quando questionado o motivo, as respostas variaram justificando a boa apresentação, boa nitidez e verossimilhança dos materiais.

3.1 Diretrizes e propostas

A partir dos dados coletados, foi possível identificar os principais requisitos projetuais

e priorizá-los a partir do Diagrama de Mudge, uma ferramenta que auxilia na determinação do grau de importância de um conjunto de possíveis valoráveis em qualquer contexto ou universo de domínio (NICKEL, 2010). Este modelo também permite realizar uma análise dos dados do ponto de vista dos colaboradores envolvidos na pesquisa (MUDGE, 1989), uma vez que esta metodologia se baseia na atribuição do grau de relevância de um requisito em relação aos demais. No Gráfico 4 abaixo, é possível visualizar o diagrama realizado.

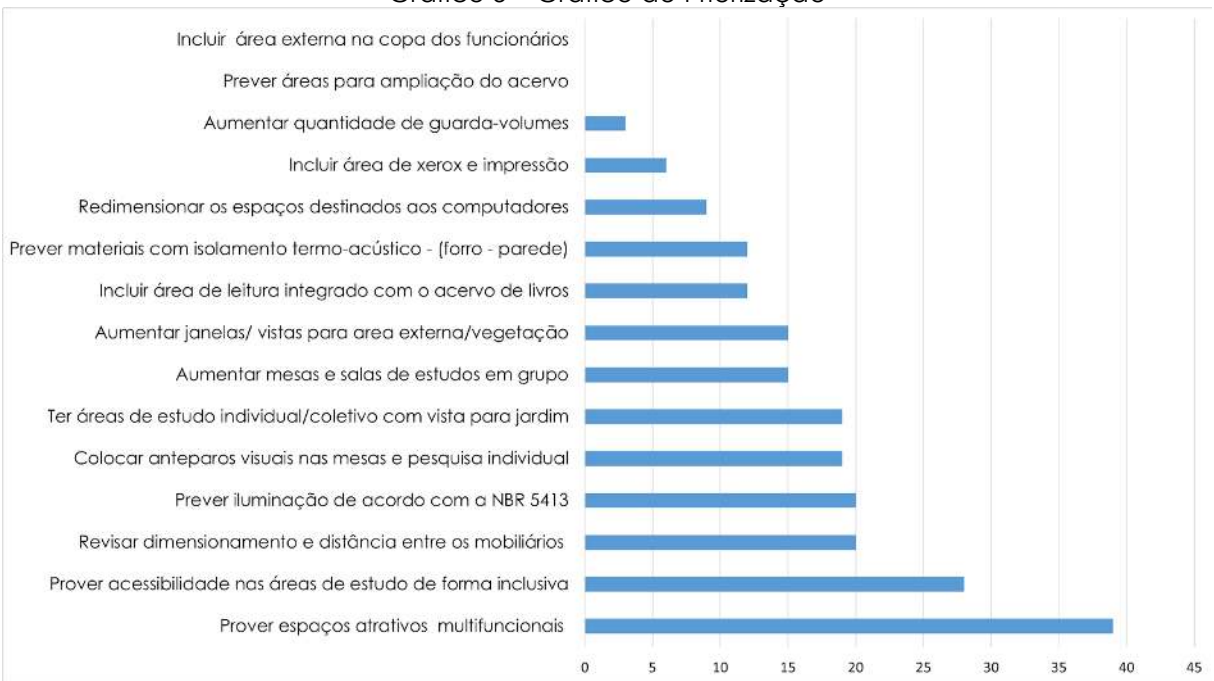
Gráfico 4 – Diagrama de Mudge

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		Requisitos	Pontuação	(%)
0	A 5	C 0	D 1	E 3	A 3	G 0	H 0	A 3	A 1	K 0	L 3	M 0	A 3	O 3	**A**	Aumentar mesas e salas de estudos em grupo	15	7%
	0	C 5	D 3	E 3	B 3	G 5	H 5	I 0	J 3	K 3	L 5	M 3	N 3	O 1	**B**	Aumentar quantidade de guarda-volumes	3	1%
		0	D 0	C 1	C 3	G 3	H 1	C 5	C 3	C 1	L 3	M 0	C 1	O 0	**C**	Colocar anteparos visuais nas mesas de estudo e pesquisa individuais	19	9%
			0	E 0	E 3	G 0	H 1	D 3	D 1	K 0	L 3	M 0	D 1	O 0	**D**	Redimensionar os espaços destinados aos computadores	9	4%
				0	E 3	G 3	H 1	E 3	E 3	K 0	L 3	E 1	E 1	O 0	**E**	Revisar dimensionamento e distância entre os mobiliários	20	9%
					0	G 5	H 3	I 0	J 3	K 3	L 5	M 5	N 3	O 3	**F**	Prever áreas para ampliação do acervo	0	0%
						0	G 1	G 5	G 3	G 1	L 0	G 1	G 1	O 0	**G**	Prover acessibilidade nas áreas de estudo de forma inclusiva	28	13%
							0	H 3	H 3	H 1	L 0	M 0	H 1	O 0	**H**	Ter áreas de estudo individual/coletivo com vista para jardim	19	9%
								0	J 3	K 5	L 5	M 3	N 3	O 5	**I**	Incluir área externa na copa dos funcionários	0	0%
									0	K 3	L 5	M 3	N 3	O 5	**J**	Incluir área de xerox e impressão	6	3%
										0	K 0	M 0	K 1	O 3	**K**	Incluir área de leitura integrado com o acervo de livros	12	6%
											0	L 3	L 3	L 1	**L**	Prover espaços atrativos multifuncionais	39	18%
												0	M 1	O 0	**M**	Aumentar janelas/ vistas para area externa/vegetação	15	7%
													0	O 1	**N**	Prever materiais com isolamento termo-acústico - (forro - parede)	12	6%
														0	**O**	Prever iluminação de acordo com a NBR 5413	20	9%
																	217	**100%**

Fonte: Autores (2023)

É importante destacar que quanto maior a relevância do requisito, maior sua pontuação. Os itens que obtiveram maiores pontuações foram: em primeiro lugar prever espaços atrativos multifuncionais, em segundo lugar prover acessibilidade nas áreas de estudo de forma inclusiva e, em terceiro lugar, com a mesma pontuação, revisar dimensionamento e distância entre mobiliários e prever iluminação de acordo com a NBR 5413. Sendo assim, por meio do grau de importância, foi possível construir o Gráfico de Priorização (Gráfico 5), demonstrando quais requisitos possuem um maior percentual de prioridade em relação aos demais.

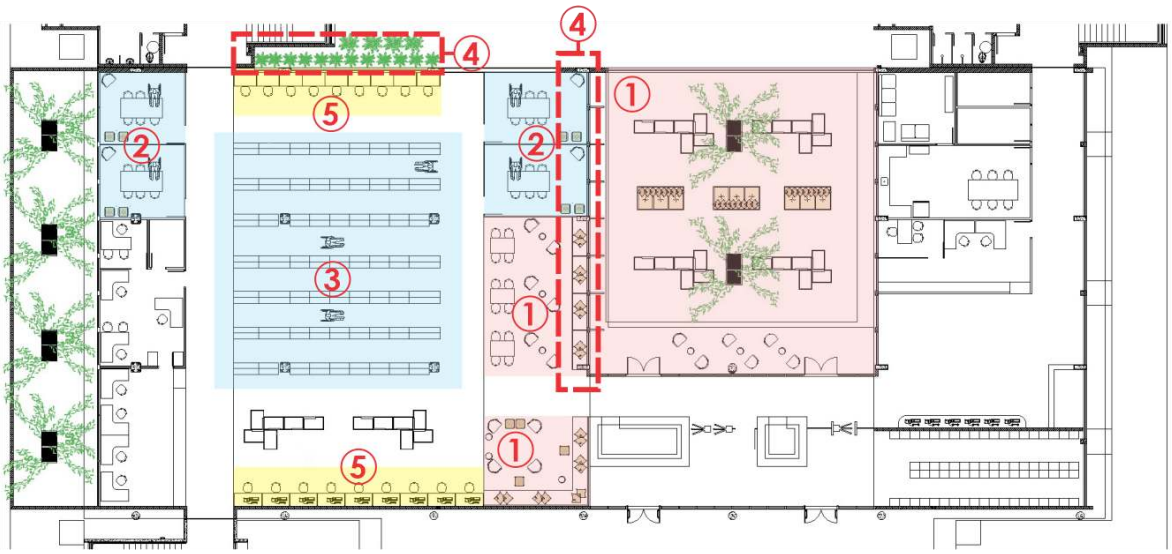
Gráfico 5 – Gráfico de Priorização



Fonte: Autores (2023)

Os requisitos considerados com maior relevância foram elencados e traduzidos em diretrizes. A partir da análise destas diretrizes, foram realizadas propostas de alterações no projeto da nova Biblioteca Central, visando atender às demandas dos participantes da pesquisa. A Figura 8 abaixo demonstra a proposta de layout alterado, indicando os ambientes que receberam intervenção a partir dos retângulos sombreados em vermelho, azul e amarelo. Também foi sinalizado na Figura 8 as numerações referentes às diretrizes realizadas.

Figura 8 – Planta Baixa da Nova Biblioteca Central com Intervenções



Fonte: Autores (2023)

A intervenção no projeto teve como premissa não descaracterizar a edificação proposta no projeto original. Desta maneira, as alterações foram realizadas ao nível de layout de ambientes, disposição e dimensionamento de mobiliário, assim como propostas de espaços livres e paisagismo. Abaixo estão listadas as diretrizes descrevendo as propostas realizadas:

1 - Prover espaços atrativos multifuncionais (permanência e interativo): Para contemplar este item, foram propostas áreas de permanência e convivência externa, com ambiências que possam abrigar múltiplos usos como: convívio entre os usuários, jogos de interação, exposições, estudo e descanso ao ar livre.

2 - Prover acessibilidade nas áreas de estudo de forma inclusiva: Foi proposto um aumento de área destinada às pessoas com deficiência (PCD), incluindo acessos e adaptações no layout das salas de estudos em grupo.

3 - Revisar dimensionamento e distância entre os mobiliários: Ampliou-se a área de circulação entre as estantes de acervos e mesas de estudo em grupo, possibilitando fácil acesso às PCD.

4 - Colocar áreas de estudo individual e coletivo com vista para o jardim: Para possibilitar maior incidência de iluminação natural e visão para área externa, aumentou-se a quantidade de áreas com abertura para o exterior, com a criação de áreas com paisagismo, promovendo distração positiva a quem utiliza a biblioteca por longos períodos para atividades como estudo, pesquisa, trabalho, entre outros. Estas aberturas foram dispostas nas proximidades dos locais de estudos individuais e coletivos.

5 - Colocar anteparos visuais para promover a privacidade nas mesas de estudo e

pesquisa individuais: Nas áreas para estudo individual, adaptou-se o layout a partir do uso de mobiliários com dimensionamentos que propiciem a colocação de anteparo lateral entre as mesas, proporcionando maior privacidade.

4 CONCLUSÕES

O objetivo desta pesquisa foi explorar o potencial da RV para coleta de dados em conjunto com os usuários finais, utilizando o ambiente imersivo para captação de diretrizes e requisitos de projeto. Por meio desta experiência, pôde-se obter dados quanto à percepção destas pessoas sobre os ambientes projetados para uma nova biblioteca. A análise destes dados permitiu a obtenção de parâmetros para realizar as propostas no projeto da biblioteca, incentivando a participação do usuário no processo de projeto e visando contemplar as demandas identificadas por estes.

A aplicação da pesquisa em ambiente físico de uso similar ao projeto simulado em Realidade Virtual foi essencial para o entendimento e a avaliação dos quesitos de projeto pelos dos usuários. Parte dos respondentes identificaram problemas no ambiente real, como a privacidade, que posteriormente foram objeto de análise no ambiente simulado pelo projeto. A pesquisa teve um caráter exploratório, pela reduzida quantidade amostral, porém indica o potencial do uso do instrumento na identificação de requisitos baseada na experiencia prévia dos usuários.

A interpretação dos parâmetros analisados foi compreendida através da percepção dos usuários sobre o ambiente simulado e comparado com a percepção dos mesmos sobre a sua própria experiência e afinidade com o ambiente real (biblioteca setorial). Essa abordagem apoia-se no conceito defendido por Gifford (2002) onde a cognição espacial é um ato pensante, é a maneira pelo qual o ser humano estima distâncias, reconhece ambientes, entende mapas e conceitualiza mentalmente os espaços com os quais interage.

Como resultado, foi possível identificar os requisitos mais importantes para os usuários e propor modificações no projeto da nova Biblioteca Central da Universidade, contribuindo para a comunicação entre o projetista e usuário durante as etapas de avaliação do projeto arquitetônico. Também foi possível aferir que a RV se mostrou uma ferramenta promissora por permitir a coleta e captação de dados, satisfazendo as preferências de quem irá utilizar os espaços projetados.

Conclui-se, desta forma, que a utilização de ferramentas tecnológicas imersivas vinculada ao projeto arquitetônico com foco na captura de requisitos do usuário foi satisfatória, apresentando grande potencial como facilitador no processo de compreensão dos detalhes arquitetônicos, principalmente para pessoas sem compreensão dos meios tradicionais de comunicação de projetos de Arquitetura.

REFERÊNCIAS

BUHAMMOOD, A. H.; ABANDA, H.; GARSTECKI, P.; MANJIA, M. B; PETTANG, C.; & ABDULLAHI, A. M. **Coupling BIM and Game Engine Technologies for Construction Knowledge Enhancement.** International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations (IJGCMS), 12(4), 38-63, 2020.

GIFFORD,, R. **Environment Psychology: Principles and Practice.** 3.ed Colville: Optimal Books, 2002.

JERALD, J. **The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality.** ACM Books, ed 1, 2016.

MUDGE, A. E. **Value Engineering: A Systematic Approach.** Houston: J. Pohl Ass. 1989.

NICKEL, E. M.; FERREIRA, M. G. G.; FORCELINNI, F. A.; SANTOS, C. T.; SILVA, R. A. A. **Modelo Multicritério para Referência na Fase de Projeto Informacional do Processo de Desenvolvimento de Produtos.** Gestão & Produção, v. 17, n. 4, 2010.

SPAETH, A. B.; KHALI, R. **The place of VR technologies in UK architectural practice.** Architectural Engineering and Design Management 14 (6), pp. 470-487. 2018.

TAYEH, R.; ISSA, R. R. A. **Interactive Holograms for Construction Coordination and Quantification.** In: Journal of Management in Engineering, p. 04020079-1 – 04020079-12, 2020.

VAN LEEUWEN, J. P.; HERMANS, K.; JYLHÄ, A.; QUANJER, A. J.; NIJMAN, H. **Effectiveness of Virtual Reality in Participatory Urban Planning.** MAB'18, Beijing, p. 128-136, 2018.

YU, R.; GU, N.; LEE, G.; KHAN, A. **A Systematic Review of Architectural Design Collaboration in Immersive Virtual Environments.** In: Designs, 2022, 6, 93. https://doi.org/ 10.3390/designs6050093