



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

JULIANA BAMBINI MANDOLA

**SIMULAÇÕES IMERSIVAS COMO FERRAMENTAS DE  
APOIO NO PROCESSO DE CO-DESIGN:  
O USO DE MOTORES DE JOGOS NA REALIDADE VIRTUAL**

---

Londrina  
2021

JULIANA BAMBINI MANDOLA

**SIMULAÇÕES IMERSIVAS COMO FERRAMENTAS DE  
APOIO NO PROCESSO DE CO-DESIGN:  
O USO DE MOTORES DE JOGOS NA REALIDADE VIRTUAL**

Dissertação apresentada ao Programa Associado de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina e Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai

Londrina  
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

M272s Mandola, Juliana Bambini.

Simulações Imersivas como Ferramentas de Apoio no Processo de Co-Design : O uso de motores de jogos na realidade virtual / Juliana Bambini Mandola. - Londrina, 2021.  
119 f. : il.

Orientador: César Imai.

Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2021.

Inclui bibliografia.

1. Co-Design e Processos de Projetos Colaborativos - Tese. 2. Simulações Virtuais Imersivas - Tese. 3. Motores de Jogos - Tese. 4. Realidade Virtual - Tese. I. Imai, César. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

CDU 711/72

JULIANA BAMBINI MANDOLA

**SIMULAÇÕES IMERSIVAS COMO FERRAMENTAS DE  
APOIO NO PROCESSO DE CO-DESIGN:  
O USO DE MOTORES DE JOGOS NA REALIDADE VIRTUAL**

Dissertação apresentada ao Programa Associado de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina e Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Cesar Imai  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Mauricio Hidemi Azuma  
Universidade Estadual de Maringá - UEM

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Regina Mizrahy Cupers Schmid  
Universidade Estadual de Campinas -  
UNICAMP

Londrina, 17 de setembro de 2021.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. César Imai, pela confiança no meu trabalho e por doar parte do seu tempo compartilhando seus conhecimentos, os quais foram essenciais para meu crescimento pessoal e profissional. Obrigada pelo exemplo de dedicação à docência e pela paciência e apoio em todo o caminho percorrido até aqui.

Aos professores Prof. Dr. Mauricio Hidemi Azuma e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Regina Mizrahy Cuperschmid, membros da banca de Qualificação e Defesa do Mestrado, pelos conselhos, sugestões e interesse em contribuir para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos companheiros do grupo de pesquisa ARQ3, em especial ao arquiteto Fernando Gargantini Gratton, amigo e companheiro de pesquisa que compartilhou importantes conhecimentos e conquistas durante o percurso acadêmico.

Aos companheiros e amigos do mestrado, em especial às arquitetas Larissa Casaril da Fontoura e Letícia Cabrera, com quem compartilhei preocupações e aflições e que me proporcionaram constantes apoios e incentivos nesse árduo percurso acadêmico.

A todos os participantes arquitetos que realizaram a simulação, contribuindo de forma voluntária para validação deste estudo.

Aos membros e docentes do Programa Associado de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina e Universidade Estadual de Maringá, agradeço por todo conhecimento transmitido e por estarem sempre disponíveis.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida e pelo apoio financeiro ao grupo de pesquisa.

Por fim, à minha amada família, em especial aos meus pais Angelica e Atilio, e ao meu irmão Murilo, por nunca medirem esforços ao me apoiarem nessa jornada. Agradeço pelo exemplo de perseverança, pelo incentivo diário e pelos sábios conselhos que me fizeram concluir mais uma etapa da minha vida. Meu eterno agradecimento.

MANDOLA, Juliana Bambini. **Simulações Imersivas como Ferramentas de Apoio no Processo de Co-Design**: o uso de motores de jogos na realidade virtual. 2021. 118 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro de Tecnologia e Urbanismo - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

## RESUMO

Atualmente, a colaboração entre grupos e indivíduos tem se tornado um processo decisivo para garantir e satisfazer as necessidades específicas em projetos na área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Esta colaboração requer uma comunicação que utilize instrumentos compreensíveis pelos usuários e que incentive sua participação nas etapas iniciais do projeto. Muitas vezes, entretanto, as linhas de comunicação acabam sendo comprometidas por códigos e convenções não reconhecíveis pelo usuário leigo, podendo colocá-lo em situação de estresse e desconforto ao tentarem participar ativamente do processo de projeto. Desta forma, torna-se necessário a elaboração de ferramentas que sirvam de apoio aos usuários nestas etapas iniciais. O principal objetivo desta pesquisa é propor uma ferramenta que auxilie a coleta de informações com os usuários por meio das simulações virtuais imersivas e interativas durante o processo de Co-Design, permitindo uma troca de informações mais eficiente e o desenvolvimento de projetos que atendam às demandas dos usuários. Para isso, a pesquisa utiliza a abordagem da metodologia *Design Science Research* (DSR), a qual propõe a elaboração de um artefato que permita discutir soluções para os problemas encontrados. Para esta pesquisa, o artefato foi proposto como uma plataforma de simulação imersiva e interativa a partir do uso associado de estratégias baseadas em jogos e na tecnologia de Realidade Virtual por meio dos óculos imersivos. Desta forma, a pesquisa buscou explorar as potências, limitações e interações das simulações imersivas como ferramentas de apoio no processo de Co-Design, permitindo uma troca de informações mais eficiente e possibilitando o desenvolvimento de projetos que atendam às demandas dos usuários.

**Palavras-chave:** processo de projeto; co-design; projeto colaborativo; realidade virtual; motores de jogos.

MANDOLA, Juliana Bambini. **Immersives Simulations as Support Tools in Co-Design Process**: the use of game engines in virtual reality. 2021. 118 p. Dissertation (Master's Degree Dissertation) – State University of Londrina, Londrina, 2021.

## **ABSTRACT**

Currently, collaboration between groups and individuals has become a decisive process to ensure and satisfy specific needs in projects in the field of Architecture, Engineering and Construction (AEC). This collaboration requires communication that uses instruments understandable by users and that encourages their participation in the initial stages of the project. Often, however, the lines of communication end up being compromised by codes and conventions not recognizable by the lay user, which can put them in a situation of stress and discomfort when trying to actively participate in the design process. Thus, it is necessary to develop tools to support users in these initial stages. The main objective of this research is to propose a tool that helps the collection of information with users through immersive and interactive virtual simulations during the Co-Design process, allowing a more efficient exchange of information and the development of projects that meet the demands of users. For this, the research uses the approach of the Design Science Research (DSR) methodology, which proposes the elaboration of an artifact that allows discussing solutions to the problems found. For this research, the artifact was proposed as an immersive and interactive simulation platform from the associated use of strategies based on games and on Virtual Reality technology through immersive glasses. Thus, the research sought to explore the strengths, limitations and interactions of immersive simulations as support tools in the Co-Design process, allowing for a more efficient exchange of information and enabling the development of projects that meet the demands of users.

**Palavras-chave:** design process; co-design; collaborative design; virtual reality; game engines.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Delineamento Geral da Pesquisa .....	18
<b>Figura 2 -</b>	Papéis clássicos de usuários (U), pesquisadores (Pq) e projetistas (P) no processo clássico de projeto (à esquerda) / papéis mesclados no processo de Co-Design (à direita).....	33
<b>Figura 3 -</b>	Delineamento da RSL.....	39
<b>Figura 4 -</b>	Ambiente Virtual não imersivo .....	41
<b>Figura 5 -</b>	Ambiente virtual imersivo por meio da Realidade Virtual .....	42
<b>Figura 6 -</b>	Óculos 3D imersivos sendo utilizados para apresentar o projeto em ambiente de vendas de uma construtora .....	44
<b>Figura 7 -</b>	Modelagem do Ambiente Virtual no Motor de Jogos Unreal Engine.....	47
<b>Figura 8 -</b>	Modelo de processo da Metodologia Design Science Research.....	51
<b>Figura 9 -</b>	Procedimentos da Pesquisa segundo a Metodologia DSR.....	52
<b>Figura 10 -</b>	Oculus Quest .....	54
<b>Figura 11 -</b>	Representação da Etapa A.....	56
<b>Figura 12 -</b>	Representação da Etapa A.....	56
<b>Figura 13 -</b>	Representação da Etapa B.....	57
<b>Figura 14 -</b>	Representação da Etapa C.....	58
<b>Figura 15 -</b>	Representação da Etapa D.....	58
<b>Figura 16 -</b>	Planta baixa dos ambientes conjugados: sala e cozinha .....	60
<b>Figura 17 -</b>	Organograma para o Desenvolvimento do Ambiente Virtual .....	60
<b>Figura 18 -</b>	Paredes Móveis da Planta Base .....	63
<b>Figura 19 -</b>	Possíveis Ampliações da Planta Base .....	63
<b>Figura 20 -</b>	Opções de Revestimento para o Piso.....	63
<b>Figura 21 -</b>	Opções de Cores para a Parede .....	64
<b>Figura 22 -</b>	Testes Iniciais da Plataforma de Simulação .....	64
<b>Figura 23 -</b>	Teste Final da Plataforma de Simulação no Ambiente .....	65
<b>Figura 24 -</b>	Estação de Trabalho.....	67
<b>Figura 25 -</b>	Participante no Ambiente Virtual durante o Estudo Experimental .....	68
<b>Figura 26 -</b>	Perfil dos Usuários: Gênero e Faixa Etária .....	71

<b>Figura 27 -</b>	Participantes durante a Simulação no Ambiente Imersivo .....	71
<b>Figura 28 -</b>	Ponto Inicial da Simulação .....	74
<b>Figura 29 -</b>	Vista Inicial da Simulação .....	74
<b>Figura 30 -</b>	Conflito entre a Porta da Geladeira e a Porta do Forno .....	77
<b>Figura 31 -</b>	Leiaute proposto pelo participante .....	80
<b>Figura 32 -</b>	Leiaute proposto pelo participante .....	80
<b>Figura 33 -</b>	Menu proposto para alteração do dimensionamento do ambiente .....	82
<b>Figura 34 -</b>	Opções de aumento do ambiente escolhidas pelos participantes.....	82
<b>Figura 35 -</b>	Imagens do revestimento "laminado de madeira claro" e cor da parede "laranja" .....	85

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Publicações por ano (2010-2019) de acordo com as áreas de pesquisa.....	38
<b>Gráfico 2</b> - Tecnologias de ambientes virtuais utilizadas nas pesquisas em AEC nos últimos 10 anos (2010-2019).....	40
<b>Gráfico 3</b> - Respostas à pergunta "Qual(is) instrumento(s) você utiliza para realizar o projeto?" .....	72
<b>Gráfico 4</b> - Respostas à pergunta "Como você interage com o seu cliente para coletar as informações do projeto?" .....	72
<b>Gráfico 5</b> - Respostas à pergunta "Você conhece alguma metodologia de projeto a qual o cliente participa e interage na elaboração do projeto?" .....	73
<b>Gráfico 6</b> - Respostas à pergunta "Você acha viável que a participação do cliente no projeto possa acontecer de forma mais interativa?" .....	73
<b>Gráfico 7</b> - Respostas à pergunta "Você já teve contato com a Realidade Virtual?" .....	73
<b>Gráfico 8</b> - Respostas à pergunta "Como você considera o espaço entre os móveis (circulação)?" .....	76
<b>Gráfico 9</b> - Respostas à pergunta "Você acha que a posição dos móveis é adequada?" .....	77
<b>Gráfico 10</b> - Respostas à pergunta "Em relação ao espaço disponível na cozinha, qual foi o nível de facilidade/dificuldade em abrir:" .....	78
<b>Gráfico 11</b> - Respostas à pergunta "Qual foi o nível de facilidade/dificuldade em analisar os seguintes aspectos dentro da RV:" .....	79
<b>Gráfico 12</b> - Respostas à pergunta "A alteração da posição dos móveis permitiu melhorar:" .....	81
<b>Gráfico 13</b> - Respostas à pergunta "Você está satisfeito com as mudanças feitas?" .....	81
<b>Gráfico 14</b> - Respostas à interação para aumento dos cômodos .....	83
<b>Gráfico 15</b> - Respostas à pergunta "Como você avalia a representação dos materiais presentes neste ambiente virtual?" .....	84
<b>Gráfico 16</b> - Respostas às perguntas "Dentre os revestimentos disponíveis para o piso, qual mais lhe agradou?" e "Dentre as cores	

disponíveis para a parede, qual mais lhe agradou?".....	84
<b>Gráfico 17</b> - Respostas à pergunta "Quanto à mudança de cores e revestimentos do piso e da parede, você acha que a RV auxilia na escolha do cliente?" .....	85
<b>Gráfico 18</b> - Respostas à pergunta "Qual foi o nível de facilidade/dificuldade na compreensão do ambiente virtual (cozinha + sala) através da RV?" .....	86
<b>Gráfico 19</b> - Respostas à pergunta "Em geral, qual foi o nível de facilidade/dificuldade na utilização dos óculos e dos controles?"...87	87
<b>Gráfico 20</b> - Respostas à pergunta "Qual foi o nível de facilidade/dificuldade na utilização do menu dentro da RV?" .....	87
<b>Gráfico 21</b> - Respostas à pergunta "Você teve alguma dificuldade específica no uso dos óculos e controles em alguma etapa do processo?" ....88	88
<b>Gráfico 22</b> - Respostas à pergunta "Você sentiu algum tipo de desconforto no decorrer da simulação?".....	88
<b>Gráfico 23</b> - Respostas à pergunta "Você considera que a RV foi útil para discutir:".....	89
<b>Gráfico 24</b> - Respostas à pergunta "Você acredita que o seu cliente conseguiria realizar as interações da RV dentro do ambiente virtual?" .....	93
<b>Gráfico 25</b> - Respostas à pergunta "Comparando com os instrumentos que você já utiliza para se comunicar com o cliente, quais aspectos foram mais fáceis de serem discutidos dentro da RV?" .....	93
<b>Gráfico 26</b> - Respostas à pergunta "Se fosse dar uma nota de 0 a 10 para o processo utilizando a plataforma de simulação, que nota você daria? Sendo 0 – muito ruim e 10 – muito bom:" .....	94

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - String de Buscas .....	38
<b>Quadro 2</b> - Critérios de Inclusão/Exclusão .....	39
<b>Quadro 3</b> - Vantagens, desvantagens e ferramentas de aplicação da RV .....	43
<b>Quadro 4</b> - Configurações do computador .....	54
<b>Quadro 5</b> - Interações dentro da Plataforma de Simulação .....	62
<b>Quadro 6</b> - Etapas das Simulações.....	66
<b>Quadro 7</b> - Respostas à pergunta "34. Quanto à mudança de cores e revestimentos do piso e da parede, você acha que a RV auxilia na escolha do cliente?" .....	86
<b>Quadro 8</b> - Duração das simulações dentro da RV .....	88
<b>Quadro 9</b> - Respostas à pergunta "Quanto ao leiaute dos móveis, você acredita que mudar a posição dos móveis dentro da RV pode contribuir para discutir o projeto?" .....	90
<b>Quadro 10</b> - Respostas à pergunta "Quanto ao redimensionamento dos ambientes, você acredita que poder aumentar a dimensão dos cômodos dentro da RV pode contribuir para discutir o projeto?" ...	91
<b>Quadro 11</b> - Respostas à pergunta "Você acredita que as interações propostas na RV auxiliam a participação do cliente no processo de projeto?" .....	92
<b>Quadro 12</b> - Respostas à pergunta "Se fosse dar uma nota de 0 a 10 para o processo utilizando a plataforma de simulação, que nota você daria? Sendo 0 – muito ruim e 10 – muito bom:" .....	95
<b>Quadro 13</b> - Contribuições, Limitações e Sugestões para as Interações Propostas na Plataforma de Simulação .....	100

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
BIM	Building Information Modeling
DSR	Design Science Research
FfC	Framework for Codesign
HIS	Habitação de Interesse Social
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
RV	Realidade Virtual
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
EU	Unreal Engine
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UEM	Universidade Estadual de Maringá

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1	JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DE PESQUISA .....	14
1.2	OBJETIVOS .....	17
1.3	DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	18
<b>2</b>	<b>O PROCESSO DE COMUNICAÇÃO NO CO-DESIGN</b> .....	20
2.1	A COMPLEXIDADE NA COMUNICAÇÃO ENTRE ARQUITETOS E USUÁRIOS .....	20
2.2	OS INSTRUMENTOS DE REPRESENTAÇÃO COMO FERRAMENTAS DE COMUNICAÇÃO E APOIO AO PROJETO .....	24
2.3	O Co-DESIGN, O PROJETO PARTICIPATIVO E SEUS IMPACTOS NOS ESTÁGIOS INICIAIS DO PROJETO .....	29
<b>3</b>	<b>AS TECNOLOGIAS DE AMBIENTES VIRTUAIS IMERSIVOS NO CO-DESIGN</b> .....	36
3.1	REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....	37
3.2	A REALIDADE VIRTUAL NO PROJETO ARQUITETÔNICO .....	40
3.3	O UNIVERSO DOS JOGOS E OS GAME ENGINES .....	45
3.4	A SIMULAÇÃO NAS ETAPAS INICIAIS DO PROJETO COLABORATIVO.....	48
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS DA PESQUISA</b> .....	50
4.1	DESIGN SCIENCE RESEARCH (DSR).....	50
4.2	DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO .....	52
4.2.1	Materiais Utilizados.....	53
4.2.2	Protocolo de Aplicação .....	55
4.2.3	Desenvolvimento do Ambiente Virtual .....	59
<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO</b> .....	66
5.1	ESTUDO EXPERIMENTAL .....	67
5.2	SIMULAÇÃO FINAL .....	70
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	75
6.1	AVALIAÇÃO E MODIFICAÇÃO DO PROJETO NO AMBIENTE VIRTUAL .....	75

6.2	REPRESENTAÇÃO E ESCOLHA DOS REVESTIMENTOS E MATERIAIS .....	83
6.3	USABILIDADE DOS ÓCULOS E CONTROLES .....	86
6.4	QUESTÕES FINAIS .....	89
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>96</b>
7.1	CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA .....	100
7.2	PESQUISAS FUTURAS .....	102
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>104</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>109</b>
	APÊNDICE A – Protocolo de aplicação .....	110
	APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido .....	116
	APÊNDICE C – Parecer do comitê ético .....	118

## 1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação tem origem na discussão sobre como as simulações virtuais imersivas podem ser utilizadas no processo de Co-Design durante a comunicação entre arquitetos e usuários nas etapas iniciais de projeto, visando permitir a realização de alterações em tempo real por meio da Realidade Virtual e dos Motores de Jogos.

Apesar das atividades colaborativas serem práticas frequentes em projetos arquitetônicos, muitas vezes os usuários leigos não conseguem compreender as representações utilizadas pelos arquitetos e projetistas nas etapas iniciais do projeto, podendo resultar em soluções arquitetônicas que não levam em consideração suas necessidades (SIVA; LONDON, 2011; NOROUZI, 2014). Na tentativa de garantir que o projeto seja discutido por **todos** os interlocutores desta conversa – sendo eles pesquisadores, projetistas e usuários leigos, torna-se necessário a realização de estudos focados em métodos e instrumentos estruturados para o Co-Design. A pesquisa também aborda a falta de incentivo sobre a participação dos usuários durante estas etapas iniciais devido à falta de instrumentos de representação mais inclusivos e próximos ao domínio espacial dos participantes desse processo.

Desta forma, propõe-se nesta pesquisa avaliar tecnologias de ambientes virtuais imersivos que possam auxiliar os usuários a compreenderem aspectos ambientais e torná-los aptos a opinarem e participarem das definições de projeto. Esta pesquisa tem o potencial de auxiliar a comunicação entre arquitetos e usuários leigos, assim como permitir que a troca de informações seja clara e objetiva.

O contexto geral a ser abordado para as análises e discussões do trabalho está na complexidade da comunicação entre arquitetos e usuários, nos instrumentos de representação utilizados no processo de projeto e nos conceitos de Co-Design. Neste primeiro capítulo, serão apresentados os problemas de pesquisa, a justificativa e relevância do tema, os objetivos do trabalho, o delineamento da pesquisa e a descrição dos capítulos.

### 1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DE PESQUISA

Essencialmente, o trabalho dos arquitetos consiste em antecipar formas destinadas a satisfazer necessidades futuras, sendo essencial conhecer a

realidade e o contexto em que atuam e prever os usos e experiências das pessoas em relação aos espaços (MONTANER, 2017). A discussão sobre a concepção do projeto em Arquitetura é um processo complexo que envolve aspectos diversos, onde os problemas enfrentados têm se tornado cada vez mais desafiadores e novas preocupações têm sido incorporadas às questões projetuais (ALÃO, 2015).

Atualmente, em diversas áreas, a colaboração entre grupos e indivíduos tem se tornado um processo decisivo para produzir inovação, qualidade e confiabilidade no desenvolvimento de sistemas e produtos. No que diz respeito à área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), é de extrema importância garantir e incentivar a participação dos usuários nas etapas iniciais de projeto, visto que uma maior inclusão destes agentes pode se tornar uma opção viável para que a coleta de informações seja efetiva e, assim, satisfazer as necessidades e demandas dos futuros usuários através da compreensão do ponto de vista, das metas e dos desejos dos mesmos (MELCHIORS, 2016; VILLA; ORNSTEIN, 2013; VOORDT; WEGEN, 2013; FABRICIO; ORNSTEIN, 2010).

A comunicação desempenha um papel fundamental no desenvolvimento dos projetos colaborativos, pois estabelece o relacionamento entre arquiteto/usuário e assim, garante que as informações importantes sejam transmitidas aos usuários leigos durante o desenvolvimento dos conceitos iniciais no projeto. Segundo Norouzi et al (2015), a comunicação que não é clara pode resultar em soluções de projeto insatisfatórias para os usuários finais, além de proporcionar ambientes com baixa qualidade arquitetônica.

Devido ao diferente nível de conhecimento dos interlocutores neste processo, as linhas de comunicação acabam sendo comprometidas por códigos e convenções não reconhecíveis pelo usuário leigo, o que promove um sentimento de estresse e confusão causados por esses processos estranhos aos quais eles não estão familiarizados (SIVA; LONDON, 2011). Esta prática pode resultar em uma ambiguidade gerada pela ineficácia na comunicação, provocando a desconfiança dos interlocutores e resultando na participação parcial do usuário no processo de projeto.

Para promover uma comunicação eficiente, é importante o desenvolvimento de práticas colaborativas que estimulem a participação dos usuários nas etapas iniciais do projeto. Este é um dos princípios do Co-Design, processo que pode ser definido como qualquer ato de criatividade coletiva, sendo esta compartilhada por duas ou mais pessoas (SANDERS; STAPPERS, 2008). Sendo

assim, na área de AEC, se referem à criatividade dos projetistas em conjunto com pessoas não treinadas durante o processo de desenvolvimento do projeto, se tornando uma opção eficaz para a identificação das necessidades dos usuários.

Desta forma, torna-se necessário estabelecer uma comunicação clara e objetiva entre os interlocutores deste processo, onde as ferramentas e técnicas empregadas têm um papel importante por facilitarem a obtenção de requisitos de projeto através da colaboração com os usuários (NOROUZI et al, 2014; DELIBERADOR; KOWALTOWSKI, 2015; IMAI, 2010).

Diversas alternativas envolvendo tecnologias de ambientes virtuais imersivos estão sendo exploradas para dar apoio aos usuários durante este processo, como a Realidade Virtual, Realidade Aumentada e a Realidade Mista. Na era digital moderna, com o desenvolvimento da Web e o amplo uso da Internet, o computador assumiu um papel significativo como novo meio no contexto da comunicação de projeto para processamento de informações e para a visualização interativa, visto que este tipo de tecnologia fornece ao participante uma melhor visão operacional sobre as soluções de projeto durante suas etapas prévias, assim como permite aumentar o nível de participação dos usuários (VAN LEEUWEN, 2018; KULIGA, 2015; NOROUZI et al, 2014).

Ao realizar uma Revisão Sistemática de Literatura com foco nas tecnologias de ambientes virtuais em processos colaborativos, foi possível constatar que os ambientes virtuais projetados por meio da Realidade Virtual (RV) têm sido ferramentas de comunicação altamente exploradas durante o processo de comunicação entre arquitetos e usuários. Os autores ainda afirmam que a RV vem se tornando uma das tecnologias mais importantes em nosso futuro por proporcionar melhorias significantes em relação à comunicação e ao projeto arquitetônico (VAN LEEUWEN et al, 2018; NOROUZI et al, 2015).

Entretanto, segundo Zupancic et al (2017) é possível observar, ao mesmo tempo, que o poder inovador destas ferramentas digitais no projeto arquitetônico ainda parece muito subdesenvolvido e necessita ser mais explorado, uma vez que os softwares utilizados no desenvolvimento dos ambientes virtuais não permitem uma efetiva interação com o projeto por gerarem imagens estáticas predefinidas, sem a possibilidade de alteração em tempo real. Sendo assim, esta pesquisa propõe novas características ao utilizar a RV em conjunto com os Motores de Jogos, permitindo que o usuário interaja com o projeto e realize alterações em

tempo real. Focar o estudo nas oportunidades e contribuições do uso destes instrumentos tecnológicos pode promover um aumento na qualidade do projeto, assim como poderá atender de forma mais eficiente as necessidades dos futuros usuários.

Baseado nos levantamentos abordados, surge a seguinte questão de pesquisa: **Como as simulações imersivas e interativas, através da Realidade Virtual e dos Motores de Jogos, podem aprimorar a comunicação entre arquitetos e usuários no processo de Co-Design?** Como questão secundária, pretende-se responder os seguintes aspectos: como um artefato virtual de alteração de projeto em tempo real permite identificar as demandas dos usuários nas etapas iniciais de projeto? Quais são as potencialidades e limitações desta ferramenta tecnológica?

Embora existam diversas metodologias para análise e avaliação de projetos, ainda é necessário desenvolver novos instrumentos de apoio ao processo de projeto em parceria com os usuários, tornando-se relevante aprofundar a discussão acerca deste tema, assim como investigar métodos que permitam que a comunicação seja mais fluida e eficiente. A pesquisa pretende contribuir ao possibilitar uma discussão sobre as tecnologias de ambientes virtuais imersivos, uma vez que o emprego destas ferramentas tecnológicas durante este processo proporciona aos projetistas e usuários oportunidades de explorar novas interações durante a transferência de informações e a compreensão do projeto.

## 1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal do trabalho é **propor uma ferramenta que auxilie a coleta de informações com os usuários por meio das simulações virtuais imersivas e interativas durante o processo de Co-Design**, permitindo uma troca de informações mais eficiente e o desenvolvimento de projetos que atendam às demandas dos usuários.

Os objetivos específicos são:

- Analisar como a ferramenta de Realidade Virtual pode proporcionar a percepção do espaço, levando em consideração aspectos de funcionalidade dos móveis e equipamentos existentes no projeto;
- Explorar potências, limitações e interações dos ambientes

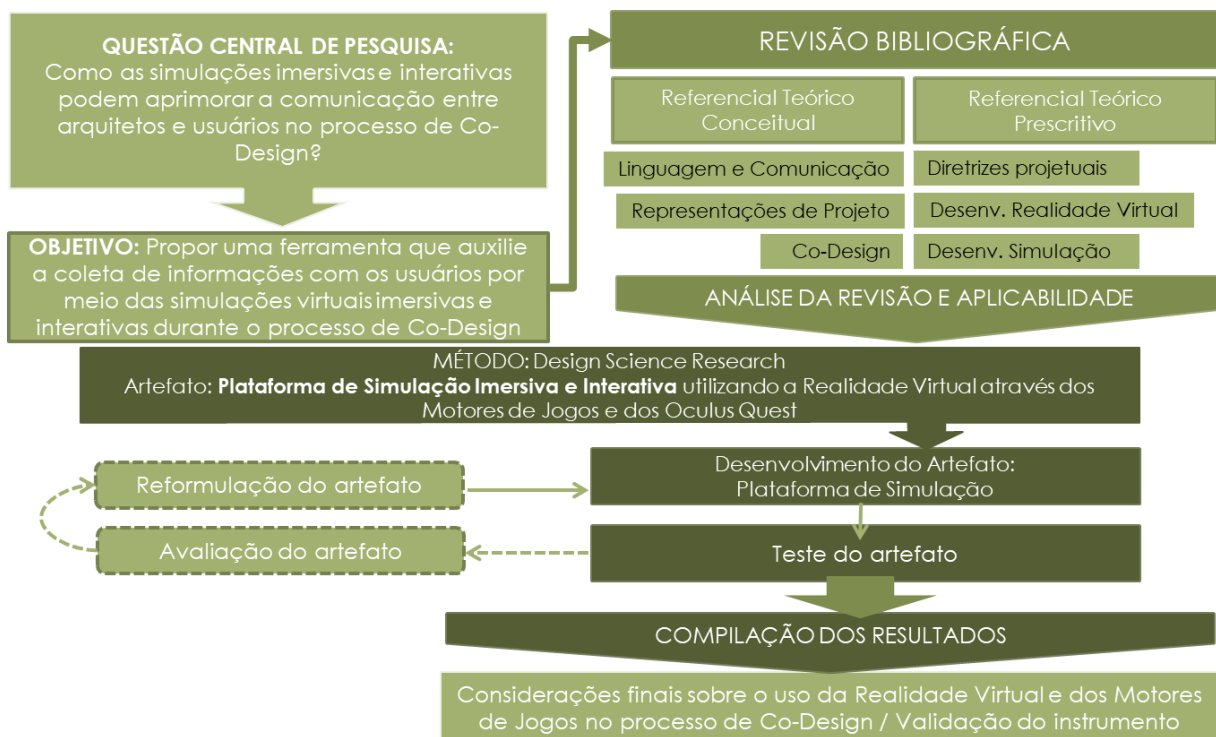
imersivos (Realidade Virtual através dos Motores de Jogos);

- Verificar como estas ferramentas permitem identificar as demandas dos usuários nas etapas prévias do projeto.

### 1.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Para compreender as etapas e os capítulos que serão discutidos, foi elaborado um esquema (Figura 1) que descreve o delineamento geral da pesquisa.

**Figura 1 - Delineamento Geral da Pesquisa**



Fonte: Autora, 2021.

Baseado no delineamento de pesquisa representado pela Figura 1, a dissertação está estruturada em 6 capítulos.

O capítulo 1 refere-se à introdução do estudo, descrevendo a problematização ao qual a pesquisa está inserida, assim como a justificativa e relevância do tema, os objetivos do trabalho e a descrição dos capítulos.

O capítulo 2 inicia a fundamentação teórica do trabalho. Para o entendimento do problema abordado, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a comunicação no processo projetual. Este capítulo irá abordar alguns aspectos que envolvem o desenvolvimento da pesquisa, dentre eles: compreender quais são as

complexidades existentes na comunicação entre arquitetos e usuários; de que forma os instrumentos podem ser utilizados nesse processo; como o conceito de Co-Design se insere nessa discussão e qual a importância da participação dos usuários nas etapas iniciais de projeto.

O capítulo 3 também faz parte da fundamentação teórica, com foco na coleta de dados mais recentes sobre as tecnologias de ambientes virtuais no Co-Design e como elas estão sendo utilizadas nos processos de projeto e nas simulações em Arquitetura. Durante o levantamento bibliográfico deste capítulo, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), seguindo um protocolo com critérios pré-estabelecidos. Procurou-se enfatizar o atual estado da arte destas ferramentas, sendo possível analisar as vantagens e desvantagens do uso da Realidade Virtual e dos Motores de Jogos nas simulações feitas com os usuários.

O capítulo 4 descreve o método de pesquisa que será aplicado, assim como descreve o desenvolvimento do artefato através da elaboração do ambiente virtual e de um roteiro de simulação. O artefato proposto é uma plataforma de simulação imersiva e interativa, onde serão propostas alterações em tempo real no projeto seguindo um protocolo de aplicação pré-determinado.

O capítulo 5 consiste na descrição da aplicação do artefato por meio de simulações dentro do ambiente virtual imersivo desenvolvido, as quais foram realizadas em duas etapas: Estudo Experimental e Simulação Final.

O capítulo 6 apresenta a avaliação do artefato e as discussões dos resultados obtidos na Simulação Final com os arquitetos.

Por fim, o capítulo 7 descreve as considerações finais da pesquisa, descrevendo as contribuições, as limitações e os direcionamentos para pesquisas futuras.

## 2 O PROCESSO DE COMUNICAÇÃO NO CO-DESIGN

Este capítulo apresenta a etapa de investigação teórico-bibliográfica no intuito de subsidiar as principais questões que envolvem o desenvolvimento da pesquisa. Foram consultados artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, além de trabalhos publicados em anais de eventos, livros, dissertações e teses.

A revisão se inicia com a discussão sobre a complexidade da comunicação entre arquitetos e usuários, mostrando aspectos importantes a serem considerados durante esse processo. Na sequência, aborda-se o papel das representações gráficas como instrumentos de comunicação entre arquitetos e usuários. Por fim, são discutidos os conceitos de Co-Design e do projeto participativo, assim como o papel do usuário nas etapas de concepção do projeto.

### 2.1 A COMPLEXIDADE NA COMUNICAÇÃO ENTRE ARQUITETOS E USUÁRIOS

Quando se trata do processo de projeto em Arquitetura, a comunicação entre os agentes envolvidos é um processo complexo que requer a participação de diferentes profissionais, tornando-se necessário estabelecer níveis de comunicação diferentes entre eles (ALÃO, 2015). Durante as etapas prévias do projeto, para se atingir o objetivo do arquiteto e do usuário em termos de projeto arquitetônico, é vital considerar a natureza e as atuais circunstâncias de seu relacionamento (NOROUZI et al, 2014). A comunicação entre eles no processo de concepção torna-se um aspecto importante, pois possibilita a transmissão eficiente dos detalhes planejados e pode garantir a funcionalidade adequada aos ambientes propostos.

A comunicação no processo de projeto de arquitetura tornou-se mais complexa nos últimos anos devido à diversos fatores. De acordo com Tayeh e Issa (2020), a complexidade dos novos projetos aumentou a quantidade de informações compartilhadas entre os agentes envolvidos nos processos de projeto, assim como aumentou a necessidade de meios de comunicação mais avançados. Ainda segundo Norouzi et al (2015), o motivo dessa dificuldade está relacionado à projetos que estão cada vez mais complexos, ao desenvolvimento da tecnologia e de sistemas de

gerenciamento de informações do projeto e às diferentes origens das partes interessadas. Além destas razões, existe também problemas relacionados a falta de comunicação entre os interlocutores, onde o ponto de vista do cliente não é totalmente considerado e os requisitos de projeto não são suficientemente gerenciados.

Em termos gerais, a comunicação é um fenômeno e uma função social, quer se processe entre homem/homem, homem/máquina ou até mesmo máquina/máquina (PIGNATARI, 2008). Comunicar-se significa associar-se de algum modo, formando uma organização ou organismo (podendo ser relacionado a um todo, ao qual se somam todas as suas partes). Conseguimos assim comunicar informações, simples ou complexas, ao nível das relações humanas ou sociais.

Deste modo, a comunicação depende da construção de uma linguagem que deve ser compreensível por todos os envolvidos da conversa. Esta linguagem, qualquer seja ela, é realizada sobre objetos, classes de objetos, estruturas e regras de funcionamento (PIGNATARI, 2008). Novellino (1997) faz uma associação da comunicação com a transferência da informação<sup>1</sup>, sendo esta um ato social para o qual o reconhecimento do contexto é fundamental. A ação de transferência da informação passa a depender de linguagens formalizadas que facilitem o diálogo entre produtores, organizadores e usuários da informação.

Apesar do grande esforço para que a transferência da informação seja sempre objetiva, nenhum sistema de comunicação está isento da possibilidade de erros. Segundo Pignatari (2008), todas as fontes de erros são agrupadas sob a mesma denominação de ruído ou distúrbio. Se a taxa de ruído é baixa, temos a possibilidade de obter boa informação; mas, se é grande a possibilidade de erros, também é elevada a taxa de distúrbio, o que reduz a possibilidade de boa informação. Sendo assim, ao se comunicarem, os interlocutores desse processo podem sofrer complicações relacionadas à falta de clareza da transferência de informações.

Ao se tratar da arquitetura focada no usuário, Hartwick e Barki (2001) definem a 'atividade de comunicação' como uma atividade onde os usuários finais participam no desenvolvimento do produto, podendo ser utilizada para resolver problemas de requisitos e facilitar o fluxo de informações entre os interlocutores desta atividade. Os autores ainda confirmam que o papel e a importância da comunicação se tornaram mais reconhecidos, à medida que arquitetos e usuários são cada vez

---

<sup>1</sup> Entende-se por 'transferência de informação' como uma intervenção em determinadas ações comunicativas que se dão entre produtores e consumidores de informação (NOVELLINO, 1997).

mais vistos como parceiros, com maior ênfase no trabalho em equipe e na colaboração mútua

Sendo os interlocutores deste processo de comunicação o arquiteto e o usuário/cliente, o conhecimento que ambos possuem na questão ambiental pode ser classificado, de acordo com Till (2005), de duas formas:

- Arquiteto: Possui conhecimento especializado. É o elevado conhecimento teórico e prático sobre determinada atividade profissional, possuindo familiaridade com as ferramentas e os instrumentos utilizados em sua área.
- Usuário/Cliente: Possui conhecimento tácito. É o conhecimento particular, subjetivo e singular de cada indivíduo, desenvolvido ao longo da vida, através de experiências adquiridas pela pessoa.

Por apresentarem níveis de conhecimento diferentes, as linhas de comunicação acabam sendo comprometidas por códigos e convenções não reconhecíveis pelo usuário leigo, se tornando suscetível à ocorrência de ruídos e distúrbios citados por Pignatari (2008). Quando a participação dos usuários ocorre de forma parcial, pressupõe-se que o poder final reside com a pessoa de maior conhecimento – neste caso, o arquiteto –, desvirtuando dos princípios básicos da participação dos usuários nestas etapas, visto que “o objetivo da participação é o empoderamento do usuário, e não do especialista” (TILL, 2005, p. 6). Sendo assim, os diferentes níveis de compreensão espacial dos interlocutores demandam uma capacidade adaptativa do projetista tanto em se fazer entender, como em compreender a linguagem e os códigos utilizados pelos usuários (IMAI, 2010).

Geralmente, os clientes que não estão acostumados com a atividade de comunicação utilizada no processo de projeto e que se envolvem em processos arquitetônicos desconhecidos sofrem frequentemente de *habitus shock* – traduzido livremente como ‘choque de hábito’ – sendo este um sentimento de estresse e confusão causados por esses processos estranhos e não familiarizados (SIVA; LONDON, 2011). O *habitus* do cliente pode ser inadequado para lidar com o *habitus* arquitetônico desconhecido, resultando em potencial desconforto.

Devido a esse estranhamento, uma incompatibilidade entre o arquiteto e o cliente ocorre quando eles entram em um relacionamento em que os hábitos do cliente podem encontrar condições diferentes daquelas em que ele está

acostumado. Juntamente com o estranhamento causado pela atividade de comunicação, está o fato de que o processo de projeto envolve incógnitas inevitáveis, exigindo que arquitetos e usuários operem dentro de um processo altamente não linear, com saltos inesperados entre as etapas. Estes saltos para o desconhecido levam a um processo altamente imprevisível, mas que são essenciais para o desenvolvimento de ideias criativas (SIVA; LONDON, 2011).

Sendo assim, torna-se importante proporcionar os ajustes entre os hábitos dos agentes envolvidos para diminuir a probabilidade de ocorrência de conflitos. À medida que o cliente aprende mais sobre estes processos, eles se sentem mais confortáveis e as atitudes dos arquitetos e dos clientes se alinham (NOROUZI et al, 2015). Ainda segundo Norouzi et al (2014), a comunicação desempenha um papel fundamental para estabelecer e continuar esse relacionamento em paralelo com todas as etapas do projeto. Neste caso, a maneira de comunicar e usar instrumentos de comunicação no processo de projeto arquitetônico define a abordagem integrada como um processo de projeto baseado em comunicação.

Ao tentar facilitar a compreensão dos códigos para os usuários e conseqüentemente, aumentar a satisfação do cliente e a qualidade do projeto, Norouzi et al (2015, p. 984) afirma que o principal obstáculo está “na falta de conhecimento do domínio arquitetural do cliente”. Malard et al (2002, p. 246) também afirmam que “a primeira dificuldade que a participação apresenta é relacionada à compreensão, por parte dos leigos, dos códigos de representação do objeto arquitetônico”.

Malard et al (2002, p. 247), então, surgem com a seguinte pergunta: “se o leigo não consegue compreender a inteireza do objeto imaginado, como então conseguiria participar de sua imaginação?”. Aqui cabe ressaltar um termo utilizado por Nielsen (1993, p. 12) que afirma que “os usuários não são projetistas” (“*users are not designers*”), onde o autor defende que os usuários iniciantes não personalizam suas interfaces por receio da usabilidade das ferramentas, ressaltando novamente a necessidade de ter uma boa interface que ofereça suporte aos usuários.

Por se tratar de projetos de habitações de baixa renda, onde existe um coletivo que possui necessidades diferentes umas das outras, Malard et al (2002) surgem com outra questão importante: como viabilizar a participação do coletivo na formulação do projeto de um objeto a ser apropriado por milhares de pessoas?

Conclui-se que a comunicação inadequada e imprecisa pode gerar soluções de projeto insatisfatórias para o cliente, onde a ambigüidade gerada pela

ineficácia desta comunicação pode ser uma questão problemática no processo de projeto, podendo levar à desconfiança dos interlocutores e prejudicar assim a comunicação entre ambos (NOROUZI et al, 2015). Torna-se necessário incentivar a participação dos usuários através do desenvolvimento de atividades interativas, a partir criação de ferramentas e técnicas de suporte ao projeto, pois como afirma Malard et al (2002, p. 247), “ninguém participa sem decidir nem decide sem conhecer”. Também se torna importante estabelecer outras formas de participação realistas o suficiente para reconhecer os desequilíbrios de maneira a transformar as expectativas e o futuro dos participantes (TILL, 2005). Compreendendo a complexidade da comunicação entre arquiteto e usuário e desenvolvendo técnicas eficientes, é possível dizer que o bom programa de necessidades e o bom projeto acabam se beneficiando do diálogo intenso entre cliente e projetista durante todo o processo (VOORDT; WEGEN, 2013).

## 2.2 OS INSTRUMENTOS DE REPRESENTAÇÃO COMO FERRAMENTAS DE COMUNICAÇÃO E APOIO AO PROJETO

Perceber e interpretar o ambiente físico é um processo complexo que envolve a interação da fisiologia humana, o desenvolvimento, a experiência e os conjuntos e valores culturais com os diversos estímulos externos (SANOFF, 1991). Para entender o mundo visual, contamos com várias características físicas que definem objetos e suas relações com o espaço tridimensional. Sendo assim, é importante entender a classificação utilizada pelas pessoas para compreender o meio ambiente, assim como o significado que extrairão destas categorias, uma vez que projetistas e pesquisadores podem aprender como as pessoas decodificam seus ambientes existentes para assim melhor codificar os novos ambientes a serem projetados.

Sendo assim, Sanoff (1991) defende que as simulações visuais que descrevem condições ambientais existentes são baseadas em princípios gráficos, os quais permitem que os observadores percebam relações tridimensionais a partir das representações bidimensionais. Ao longo dos anos, essas categorizações proporcionaram instrumentos que permitiram representar o ambiente, auxiliar na percepção do espaço e identificar um senso comum de comunicação, uma vez que

os métodos visuais conseguem explicar e detalhar o ambiente físico (SANOFF, 1991). Pode-se dizer então que estes princípios gráficos são utilizados não só para a categorização do ambiente existente, mas também podem ser considerados peças fundamentais no processo de comunicação entre os agentes deste processo.

Apesar das categorizações auxiliarem nos aspectos citados acima, ela necessita ser elaborada a partir da familiaridade e do conhecimento dos interlocutores no processo de comunicação. Quando analisamos a categorização do ambiente no processo de projeto, entende-se que esta é realizada durante etapas distintas, cada qual exigindo um tipo diferente de instrumento, uma vez que as codificações utilizadas servem de base para a transmissão de informação de um profissional a outro e assim, garantem sua transmissão efetiva. Segundo Alão (2015), na arquitetura de edificações, o processo de projeto percorre por 4 etapas distintas, onde cada uma delas gera desenhos que servem a propósitos e interlocutores diferentes. São elas:

- Esboços: ocorre o diálogo do projetista com ele mesmo, no qual se formulam hipóteses de solução espacial para o problema proposto, explorando as possibilidades de combinações entre as soluções concorrentes;
- Estudo Preliminar (EP): ocorre o diálogo dos projetistas com o cliente. É nesta etapa que se decide os aspectos gerais do projeto, sendo importante levar em considerações as demandas dos usuários para garantir a satisfação e qualidade do ambiente projetado;
- Anteprojeto (AP): ocorre o diálogo dos projetistas com a equipe técnica (engenheiros de estrutura, hidráulica e elétrica). Nesta etapa é decidido aspectos técnicos do projeto, como dimensionamento de elementos estruturais e soluções técnicas;
- Projeto Executivo (PE): ocorre o diálogo dos projetistas com a equipe de execução do projeto (construtores). Esta etapa consiste no estágio final do projeto, tornando-se necessário estabelecer um diálogo com aqueles que irão fazer do projeto algo real.

A elaboração de um projeto requer a participação de diferentes profissionais e se torna necessário, então, estabelecer níveis de comunicação diferentes entre eles. Na medida em que cada etapa apresenta complexidades e dificuldades diferentes, são necessários métodos que consigam facilitar a transmissão de informações.

Como o foco desta pesquisa está na comunicação entre arquiteto e usuário/cliente, iremos nos concentrar na etapa de Estudo Preliminar (EP), na qual os problemas, oportunidades, ideias e conceitos são explorados e articulados em conjunto com os futuros usuários (STEEN et al, 2007; ALÃO, 2015). É importante mostrar as relações entre as várias partes do projeto nesta etapa, pois é fundamental para o cliente – que geralmente é leigo – entender as decisões projetuais, deixando claro tanto os aspectos particulares do projeto assim como suas características mais gerais. Sendo assim, as representações utilizadas são diferentes das outras etapas, podendo existir mudanças de desenhos e de escala para que elas se adequem às dificuldades de compreensão do usuário leigo.

Como já visto no subitem acima, um dos principais fatores que contribuem para a dificuldade de compreensão do projeto é a falta de domínio arquitetural dos usuários leigos, uma vez que, segundo Norouzi et al (2014), a etapa mais desafiadora do processo de projeto é a falta de uma linguagem apropriada para envolver o cliente durante todo o processo. As representações utilizadas nos estágios iniciais do projeto podem comprometer o processo de comunicação entre arquiteto e usuário, tornando esta etapa ainda mais complexa e dificultando a participação efetiva do usuário nas tomadas de decisões. Norouzi et al (2015) ainda afirmam que as ferramentas utilizadas têm um papel importante por facilitar a comunicação e torná-la mais fluida, especialmente na obtenção de requisitos de projeto em todas as suas etapas.

Uma possível estrutura para gerenciar os problemas de comunicação é o desenvolvimento de ferramentas e técnicas de visualização apropriadas e fáceis de serem compreendidas pelos usuários, uma vez que é importante estabelecer canais transparentes de comunicação para que a participação dos usuários seja total e efetiva (TILL, 2005). Estas ferramentas permitem essa participação em todas as etapas do processo de projeto, sendo estas feitas por meio de atividades de comunicação interativas e criando ferramentas e técnicas de suporte ao processo. Ao elaborar técnicas que auxiliem na compreensão dos requisitos dos clientes, é

desenvolvido um ambiente colaborativo, permitindo que os arquitetos e usuários se comuniquem como iguais e as decisões satisfaçam todas as partes, melhorando assim a transferência de informação e conseqüentemente, a qualidade do projeto (NOROUZI et al, 2015; NOROUZI et al, 2014).

As técnicas e ferramentas utilizadas no processo de comunicação entre arquitetos e usuários é classificada através de diversas denominações na literatura atual, as quais serão abordadas abaixo. Os instrumentos são variados, podendo estes ser em formato de games, modelos em escala real, simulações, ambientes virtuais imersivos, realidade aumentada e virtual, entre outros.

Sanders e Stappers (2014) classificam estas técnicas como “Toolkits” – traduzido para ‘kit de ferramentas’. Estas ferramentas descrevem uma linguagem de projeto participativo que pode ser utilizada por não-projetistas nas etapas prévias do projeto, proporcionando-lhes a capacidade de imaginar e expressar suas próprias ideias. Estes kits são geralmente utilizados em atividades colaborativas, com o intuito de facilitar a participação e reflexão dos futuros usuários e promovendo a discussão de ideias e conceitos para o futuro.

Norouzi et al (2014) as define como ‘ferramentas de suporte’, as quais apresentam diversas funções que auxiliam na comunicação entre arquitetos e usuários, especialmente na obtenção de requisitos em todas as etapas do projeto. Os autores ainda afirmam que a escolha das ferramentas certas deve ser o principal foco do arquiteto desta etapa por proporcionarem a melhoria na comunicação e na qualidade do projeto.

Deliberador e Kowaltowski (2015) define como ‘ferramentas de apoio’ os instrumentos que apoiam o processo participativo de projeto e estimulem a discussão entre os interlocutores, podendo estes apoiar as etapas seguintes de processo. Eles servem para que as reflexões sejam aprofundadas e para auxiliar no processo de projeto, citando como exemplo atividades como walktrough, poema de desejo e comparação de alternativas.

Outro exemplo de classificação é o “*Framework for Codesign*” (FfC), o qual foi desenvolvido para servir como uma ferramenta para arquitetos que procuram envolver os usuários e seus conhecimentos no processo de projeto de uma maneira mais estratégica, podendo esta ser composta por workshops, metodologias e instrumentos variados (ERIKSSON et al, 2012). Essa “Estrutura para Codesign” pode ser oferecida aos usuários para ajudá-los a entender e identificar suas necessidades,

assim como auxiliar no desenvolvimento de soluções.

Aqui cabe ressaltar que a principal questão tratada pelos autores não é **se** os usuários devem estar envolvidos, mas **como** eles podem estar envolvidos. Apesar das diversas denominações utilizadas pelos autores, todas as ferramentas possuem o mesmo propósito: empoderar e estimular a participação do usuário nos estágios iniciais do projeto. Este fator justifica a grande demanda por novos métodos e técnicas para facilitar a participação do usuário em Co-Design (ERIKSSON et al, 2012).

Ao entender que os desenhos, imagens e modelos comuns, usualmente utilizados pelos arquitetos, não são adequados para o diálogo com os clientes não especialistas, entende-se que estes necessitam de treinamento e experiência para serem capazes de interpretar e compreender as representações utilizadas. Constata-se, então, que estas técnicas apresentam outra função além de serem utilizadas para a comunicação entre arquitetos e usuários: elas também servem como instrumento de ensino aos leigos, os quais necessitam compreender o projeto através dessas ferramentas e assim, efetivar sua participação.

Ao analisar o “choque de hábito”<sup>2</sup> vivenciado por usuários leigos no processo de projeto, Siva e London (2011) confirmaram a existência de diversas dificuldades associadas à falta de compreensão sobre o projeto e sobre as questões de construção. Os autores afirmaram que a incapacidade de lidar com problemas desconhecidos poderia ser amenizada através de estratégias que proporcionaram uma maior aquisição de alguma forma de aprendizado dos clientes, proporcionando maneiras eficazes pelas quais os clientes possam lidar com as incertezas.

Outro fator importante é que ao longo do tempo, a experiência do “choque de hábito” reduziu o nível de estresse dos clientes, ao mesmo tempo que as dificuldades dos ajustes também diminuíram. Ao tentar se ajustar ao processo de projeto no decorrer da sua participação, a experiência do cliente pode resultar em aprendizado, o qual pode ser demonstrado através da maior adaptabilidade do cliente no processo de projeto, assim como pode ocasionar um aprendizado mútuo, onde arquitetos e usuários aprendem uns com os outros (SIVA; LONDON, 2011; STEEN, 2007). Desta forma, a compreensão espacial dos usuários torna-se cada vez maior na medida em que o objeto representado está mais próximo da sua capacidade

---

<sup>2</sup> Conceito explicado no item 2.1 A Complexidade da Comunicação entre Arquitetos e Usuários.

perceptiva (IMAI, 2010).

Cabe destacar que os instrumentos desenvolvidos para incentivar esta participação estão em constante evolução. Apesar do uso da tecnologia digital não ser um aspecto novo no projeto, ela vem se tornando uma parte importante da prática arquitetônica. Entretanto, é possível observar, ao mesmo tempo, que o poder inovador das ferramentas digitais no projeto arquitetônico ainda parece muito subdesenvolvido e necessita ser mais explorado (ZUPANCIC et al, 2017).

Conclui-se que a dificuldade dos usuários leigos em entender as representações utilizadas nos estágios iniciais do projeto torna necessário o desenvolvimento de instrumentos que sejam facilmente compreendidos, onde as informações de projeto devem ser claramente transmitidas através da escolha adequada das ferramentas, no intuito de melhorar a comunicação e a qualidade do projeto (NOROUZI et al, 2014). É importante, então, dar-lhes os meios adequados de acessar os códigos, caso contrário estaremos tratando apenas da participação dos usuários nas decisões políticas a serem adotadas, e não na efetiva contribuição destes nas etapas prévias do projeto (MALARD et al, 2002).

### 2.3 O CO-DESIGN, O PROJETO PARTICIPATIVO E SEUS IMPACTOS NOS ESTÁGIOS INICIAIS DO PROJETO

Atualmente, em diversas áreas, a colaboração tem se tornado um processo decisivo para produzir inovação, qualidade, legitimidade e confiabilidade. No que diz respeito a Arquitetura, vem se tornando cada vez mais proveitoso garantir e incentivar a participação dos usuários no projeto, uma vez que a edificação projetada precisa satisfazer as necessidades especificadas para apresentar uma alta qualidade arquitetônica, sendo precedida pela compreensão do ponto de vista, das metas e dos desejos dos clientes e futuros usuários (VOORDT, WEGEN, 2013). É importante entender, durante o processo, as exigências e expectativas culturais, estéticas, econômicas e jurídicas dos usuários, sendo possível assim evitar futuros desapontamentos, permitir a comparação de alternativas e verificar se os desejos são compatíveis com o projeto.

Ao se referir ao termo “qualidade”, Roméro e Ornstein (2003) o definem como os aspectos do produto ou serviço que satisfazem as necessidades dos

usuários, estando claramente associados ao desempenho satisfatório dos ambientes e das relações entre ambiente e comportamento. Fabrício e Ornstein (2010) afirmam que a qualidade do projeto pode ser avaliada conforme diferentes aspectos: a qualidade do empreendimento proposto; a qualidade da solução proposta (funcionalidade e construtibilidade); a qualidade da representação gráfica (formato de apresentação e inteligibilidade do projeto) e a qualidade do processo de projeto. Os autores ainda destacam que o papel do usuário final na qualidade do ambiente construído é central, uma vez que trata-se de um conceito clássico, sinônimo de adequação ao uso, ultrapassando em muito o comprometimento do edifício como abrigo do homem em relação às interpéries (FABRICIO; ORNSTEIN, 2010).

São diversos os autores que ressaltam a importância da participação dos usuários nos processos de projeto. Sanoff (2000) afirma que o ambiente funciona melhor se as pessoas afetadas por suas mudanças estiverem ativamente envolvidas em sua criação e gerenciamento, podendo oferecer informações que contribuam para a projeção de edificações adequadas às suas demandas. Fabrício e Ornstein (2010) defendem que a incorporação dos desejos e necessidades dos usuários é uma questão a ser considerada na melhoria da qualidade da solução proposta pelo projeto, sendo necessário um método de aferição da satisfação do usuário com o ambiente construído para garantir uma melhoria na qualidade das edificações produzidas. Segundo Montaner (2017), os arquitetos fazem projetos em um mundo complexo, sendo essencialmente um registro de realidades e fluxos, experiências e vivências, imaginários e emoções, em favor de um tipo de projeto inclusivo que incorpore a perspectiva do gênero e o objetivo da arquitetura participativa. O autor ainda comenta que:

“Introduzir a experiência na arquitetura é fundamental para incluir o subjetivo, o perceptual, o sensorial e o corporal, ao mesmo tempo em que se reforça o fenômeno da arquitetura contemporânea enquanto construção social. O importante é que, por meio do subjetivo, se construa um mundo intersubjetivo e social. Por conseguinte, a experiência coloca a imaginação, as vivências e as intenções dos criadores em sintonia com as experiências, as necessidades, os desejos e as aspirações dos usuários” (MONTANER, 2017, p. 13).

Apesar da colaboração em projetos gerar discussões até os dias de hoje, a prática da criatividade coletiva existe há aproximadamente 40 anos sob o nome

de projeto participativo, onde as pesquisas envolvendo a participação do usuário aconteciam desde a década de 1970 (SANDERS; STAPPERS, 2008). Os termos e conceitos sobre esta prática são, há muito tempo, conhecidos e consolidados, e foram defendidos por diversos autores, cada qual com suas diferentes definições.

Mitchell (1993) aborda o termo **projeto colaborativo** quando se refere ao processo através do qual todas as pessoas afetadas podem se envolver significativamente no processo de projeto. A chave para que as abordagens do projeto colaborativo sejam efetivas é incentivar a colaboração do usuário antes de surgir o conceito do projeto – a participação do usuário ocorre antes, e não depois, da fixação do conceito. A importância da colaboração não se limita à produção de projetos melhores, mas sim abre o processo e o torna público.

Sanoff (2000) define o **projeto participativo** como uma atitude que promove a mudança na criação e gerenciamento das edificações, uma vez que o ambiente funciona melhor se as pessoas afetadas pelas mudanças estiverem ativamente envolvidas em sua criação e gerenciamento, em vez de serem tratadas como consumidores passivos. Os objetivos da participação estão na troca de informações, na resolução de conflitos e na complementação de projeto e planejamento, o que reduzirá o sentimento de anonimato dos usuários finais. O autor ainda defende que as raízes do projeto participativo estão nos ideais de uma democracia participativa, em que a tomada de decisões é descentralizada para que todos os indivíduos desenvolvam habilidades participativas e possam efetivamente opinar e decidir sobre aquilo que os afetam (SANOFF, 2007).

Outra definição utilizada pelo autor Steen et al (2007) que tem como foco a participação do usuário no processo de projeto é o **design centrado no usuário**, o qual se refere às tentativas de pesquisadores e projetistas de interagir construtivamente com os usuários finais em seus projetos de inovação, proporcionando o envolvimento ativo dos usuários para uma compreensão clara dos seus requisitos e assim, obter informações valiosas. Eles também defendem que envolver os usuários finais podem trazer diferentes benefícios, entre eles políticos (se os usuários passarem a ter voz no processo de design), econômicos (se os usuários oferecerem informações que ajudem a economizar tempo ou dinheiro) ou até práticos (quando projetistas inventarem produtos mais criativos junto com os usuários finais).

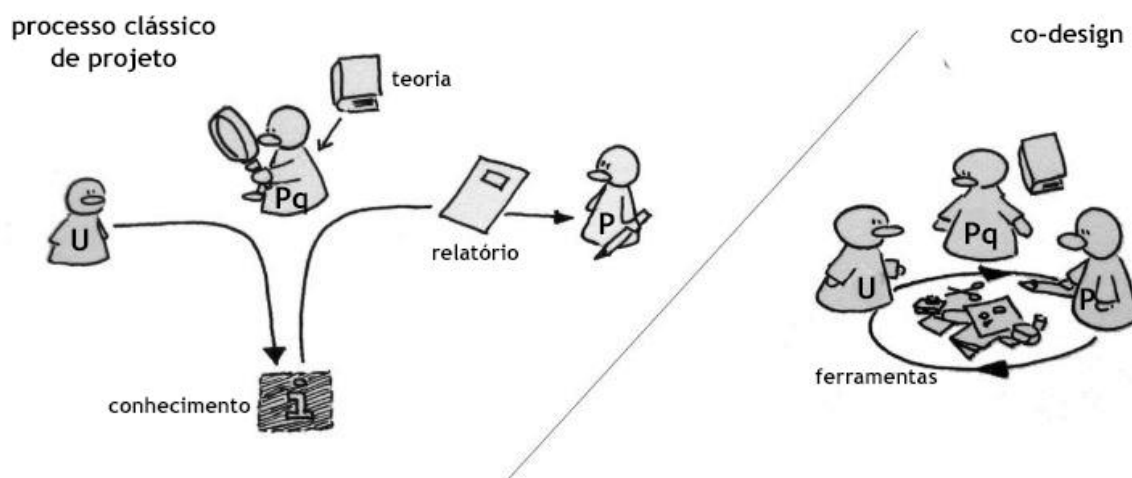
Apesar da longa tradição dos arquitetos em trabalhar com o envolvimento do usuário final no processo de projeto, uma mudança de foco ou

tendência nesse processo vem sendo notada nos últimos anos. Observou-se que o objetivo do envolvimento do usuário final passou de mera participação para o projeto colaborativo, fazendo uso mais pleno do conhecimento e da experiência do usuário (ERIKSSON et al, 2012). A evolução da pesquisa em projeto com uma abordagem focada no usuário está mudando o cenário da prática de projeto, criando novos domínios de criatividade coletiva (SANDERS; STAPPERS, 2008). Estas mudanças levaram à elaboração de alguns novos métodos durante o processo de projeto, como é o caso do Co-Design, uma prática que vem sendo utilizada com os mesmos princípios das atividades coletivas citadas acima, porém oferecendo aos usuários a possibilidade de participar ativamente das etapas do projeto. Apesar de trazer algumas mudanças em sua execução, o Co-Design apresenta diversas características primordiais das práticas coletivas.

O **Co-Design** pode ser definido, segundo Sanders e Stappers (2008), como a criatividade dos projetistas e pessoas não treinadas trabalhando em conjunto no processo de desenvolvimento do projeto. É, então, uma atividade coletiva, podendo ser praticada tanto nas etapas iniciais através das gerações de ideias, como nos momentos de tomadas de decisões durante todo o processo (SANDERS; STAPPERS, 2008). O foco do Co-Design está em articular ideias em conjunto com a equipe do projeto, criar e avaliar esboços e brincar com conceitos, onde todos os integrantes (usuários finais, pesquisadores e projetistas) podem se beneficiar da experiência ao compartilharem seus conhecimentos.

Entretanto, uma mudança pode ser observada entre o processo clássico de projeto e o Co-Design, conforme pode ser notado na figura abaixo (Figura 2). No processo clássico, os interlocutores estão distanciados: o usuário é passivo de estudo, o pesquisador traz o conhecimento e as teorias, e o projetista fica responsável por receber esse conhecimento na forma de relatório, além de adicionar a compreensão da tecnologia e do pensamento criativo. No Co-Design, por outro lado, os interlocutores interagem entre si: o usuário desempenha um papel importante no desenvolvimento do conhecimento e na geração de ideias e conceitos (SANDERS; STAPPERS, 2008).

**Figura 2** - Papéis clássicos de usuários (U), pesquisadores (Pq) e projetistas (P) no processo clássico de projeto (à esquerda) / papéis mesclados no processo de Co-Design (à direita)



Fonte: Sanders e Stappers (2008, p. 6), traduzido pela autora (2019).

Como é possível analisar na Figura 2, o papel dos interlocutores acaba se confundindo, onde o usuário recebe a posição de 'especialista em sua experiência' e desempenha um papel importante no desenvolvimento de conceitos e ideias para o projeto. Tenta-se trazer seus conhecimentos e habilidades (conhecimento tácito) para este processo – considerando que os usuários finais são geralmente tratados como especialistas em realizar algum trabalho específico (STEEN et al, 2007; SANDERS; STAPPERS, 2008). Sendo assim, os projetistas e pesquisadores adquirem papéis de facilitadores do processo, sendo eles os responsáveis por elaborarem ferramentas de apoio que permitam que os leigos colaborem totalmente no processo de projeto (MITCHELL, 1993). Ainda que o cliente seja responsável pelo programa de necessidades, este necessita de especialistas para assessorar os projetos mais complexos, uma vez que os projetistas apresentam o conhecimento especializado sobre a área (VOORDT; WEGEN, 2013).

Esta criatividade coletiva através do Co-Design pode ser considerada um redesenho radical do processo de projeto, onde projetistas e usuários são parceiros iguais, não apenas na definição dos resultados, mas na determinação de metas e objetivos do próprio processo. Fica claro a importância da utilização dos instrumentos que auxiliem no ensino dos clientes, pois estes permitem que usuários finais e projetistas criem, em conjunto, uma ferramenta com a qual o usuário final possa fazer seu trabalho melhor, proporcionando um aprendizado mútuo entre os

interlocutores (STEEN et al, 2007).

Ainda que essa prática seja uma alternativa promissora para compreender as necessidades dos usuários e atender suas demandas, a possível ameaça ao sistema clássico do processo de projeto pode ser um impeditivo para que ele aconteça. Segundo Till (2005), a participação total dos usuários é um ideal, mas impossível de ser alcançado na arquitetura por depender dos conhecimentos de cada parte, assim como depende da elaboração de canais transparentes de comunicação. O autor ainda afirma que embora a participação parcial reconheça esse diferencial de poder, ela ainda pressupõe que o poder final deve residir com a pessoa de maior conhecimento, no caso o projetista/arquiteto. Pelo processo de colaboração apresentar tantas dificuldades e impeditivos, alguns profissionais acabam argumentando que a participação não é necessária – e muitas vezes, até indesejável – na medida em que os usuários não possuem experiência suficiente e geralmente atrapalham durante o processo (SANOFF, 2000).

Torna-se necessário uma forma de participação realista o suficiente para reconhecer os desequilíbrios de poder e conhecimento, e, ao mesmo tempo, trabalhar com esses desequilíbrios de maneira a transformar as expectativas e o futuro dos participantes, tendo sempre em mente que o objetivo da participação deve ser o empoderamento do usuário cidadão, e não do especialista (TILL, 2005; STEEN, 2007). Segundo Sanders (2002, p.1):

“A experiência participativa não é simplesmente um método ou conjunto de metodologias, é uma mentalidade e uma atitude em relação às pessoas. É uma crença de que todas as pessoas têm algo a oferecer ao processo de projeto e que elas podem ser articuladas e criativas quando recebem ferramentas apropriadas para se expressar”.

Conclui-se que a participação dos usuários nas etapas iniciais do projeto é uma alternativa eficiente para compreender as suas necessidades e realizar projetos com uma maior qualidade arquitetônica. Entretanto, é importante ressaltar que os usuários não estão presentes apenas para legitimar as decisões dos arquitetos e de outros técnicos envolvidos no processo, mas para auxiliar no projeto em si (MALARD et al, 2002). Desta forma, é fundamental a elaboração de instrumentos que auxiliem na comunicação e façam com que a falta de experiência dos usuários leigos não influencie na transmissão das informações necessárias para tornar-se um projeto

adequado às suas demandas (SANDERS; STAPPERS, 2008). No processo colaborativo, é importante reduzir ou, se possível, eliminar ambiguidades e imprecisões durante a comunicação, tanto para a compreensão dos usuários finais quanto para a execução do projeto.

### 3 AS TECNOLOGIAS DE AMBIENTES VIRTUAIS IMERSIVOS NO CO-DESIGN

Atualmente, graças aos vastos desenvolvimentos na Tecnologia da Informação e Comunicação, a prática do projeto arquitetônico está mudando rápida e constantemente. É possível notar que as representações aplicadas no mundo digital estão sendo modificadas no intuito de atender às diferentes situações de projeto e design, de maneira que os ambientes virtuais desenvolvidos criaram diferentes dimensões de representação no processo de projeto (CHAN, 2011). Segundo Steen et al (2007), as inovações na área de projeto acontecem dentro de uma configuração social, econômica, técnica e produtiva, sendo necessárias não por si só, mas como um meio de idealizar novos produtos, serviços ou sistemas que ajudam a criar valor agregado para os usuários finais – ou seja, as pessoas que realmente usarão esses produtos.

Apesar das diversas metodologias existentes para análise e avaliação de projetos colaborativos, ainda é necessário desenvolver novos instrumentos de apoio ao processo de projeto em parceria com os usuários. Caixeta e Fabrício (2018) afirmam a necessidade da realização de estudos focados em métodos e instrumentos bem estruturados para o Co-Design, estimulando a discussão do projeto entre arquitetos e usuários. Ainda segundo Deliberador e Kowaltowski (2015), faltam ferramentas que apoiem o processo participativo, que estimulem a discussão e resultem em um produto capaz de apoiar as etapas seguintes do processo de projeto. Imai (2010) comenta ser necessário utilizar instrumentos que facilitem a compreensão dos usuários leigos e que tornem o projeto da habitação um objeto compreensível e compreendido pelo usuário.

Segundo Moura e Campagna (2018), embora a tradição do projeto transmita uma herança inestimável e rica de princípios, métodos e abordagens, a inovação digital não apenas oferece vantagens quantitativas, mas pode permitir o desenvolvimento de novos paradigmas, enriquecendo a complexidade das informações incorporadas nos produtos projetados. Juntamente com as novas mídias emergentes e as rápidas mudanças da tecnologia da informação, o mundo digital tornou-se uma tendência líder, provocando uma mudança no modo de pensar e desenvolver as etapas que fundamentam o projeto.

Uma possível explicação para esta maior tendência de pesquisas focadas nos instrumentos tecnológicos é o caráter inovador e exploratório de novas

tecnologias, o qual trouxe estes instrumentos a novos patamares de interação entre o ambiente representado e o usuário. As ferramentas digitais utilizadas no processo de projeto, hoje amplamente populares, abriram enormes possibilidades operacionais: além de viabilizarem soluções alternativas de projeto de maneira mais rápida, possibilitaram um procedimento mais eficaz e facilitaram a compreensão e avaliação de todas as etapas do processo (MOURA; CAMPAGNA, 2018).

A ideia de que os usuários podem e devem desempenhar um papel no processo de inovação pode estar relacionada à concepção de que estes, em conjunto com os projetistas/designers, são participantes ativos na formação de uma inovação por entenderem como será um produto e quais são as suas funções (STEEN et al, 2007). A capacidade do arquiteto e do cliente de transmitir informações mais precisas se beneficia a partir das diversas inovações exploradas, pois elas possibilitam o surgimento de novas oportunidades de colaboração; afetam a maneira como os profissionais de projeto criam seus produtos; fornecem ao participante um melhor entendimento sobre as soluções de projeto e permitem aumentar o nível de participação dos usuários (VAN LEEUWEN et al, 2018; MOURA; CAMPAGNA, 2018; GÜL, 2017; NOROUZI et al, 2014).

Algumas alternativas estão sendo exploradas para auxiliar o processo de comunicação no Co-Design, tais como a Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Realidade Mista e os ambientes virtuais imersivos. Para um maior entendimento destes instrumentos e suas aplicações na prática atual do processo de projeto colaborativo, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) no intuito de enfatizar o atual estado da arte destas tecnologias de ambientes virtuais imersivos nos últimos 10 anos (2010 – 2019), o qual será descrito a seguir.

### 3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Durante o levantamento bibliográfico deste capítulo, foi realizado uma RSL seguindo um protocolo com critérios pré-estabelecidos para a seleção e leitura de artigos científicos que abordassem a prática projetual colaborativa utilizando tecnologias de ambientes virtuais imersivos.

As bases de dados escolhidas para a seleção dos artigos foram *Scopus* (<http://www.scopus.com>) e *Web of Science* (<http://www.webofknowledge.com>)

por se tratarem de bases internacionais e interdisciplinares. A busca pelos artigos ficou restrita entre os anos 2010 e 2019 para definir o estado da arte mais atualizado deste tema. Para o levantamento dos artigos, foi estabelecido um *string* de buscas com base nos termos e conceitos pré-definidos de acordo com as diretrizes do protocolo, levando em consideração os quatro campos demonstrados no Quadro 1 a seguir. Entre cada campo, foi utilizado o operador booleano “AND”, e entre as palavras de cada campo, o operador booleano “OR”.

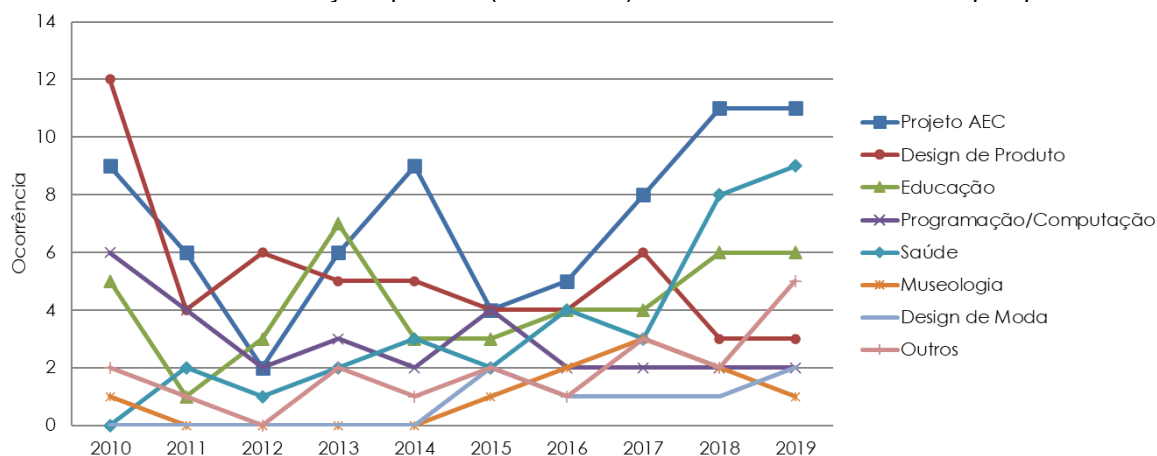
**Quadro 1 - String de Buscas**

Termos utilizados na busca dos artigos (Título, Resumo ou Palavras-chave)	1º campo	2º campo	3º campo	4º campo
	design	“participat* design”	“virtual reality”	simulat*
		“collab* design”	“augmented reality”	evaluat*
		“co-design”	“mixed reality”	prototyp*
		codesign	“immersive environment”	model*

Fonte: Autora, 2020.

Após uma primeira organização e sistematização dos artigos encontrados, foram obtidas 261 publicações. Analisando as áreas de estudos em que as pesquisas foram feitas, identificou-se que nos últimos anos a área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) apresentou aumento significativo de pesquisas e publicações feitas com o uso de tecnologias de ambientes virtuais em processos colaborativos, sendo a líder em publicações entre os anos de 2016 a 2019, conforme demonstrado no Gráfico 1.

**Gráfico 1 - Publicações por ano (2010-2019) de acordo com as áreas de pesquisa**



Fonte: Autora, 2020.

Com o intuito de realizar uma análise mais aprofundada nas pesquisas relacionadas à área de AEC, todos os artigos passaram por um segundo filtro de acordo com os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos no protocolo inicial, de acordo com o Quadro 2.

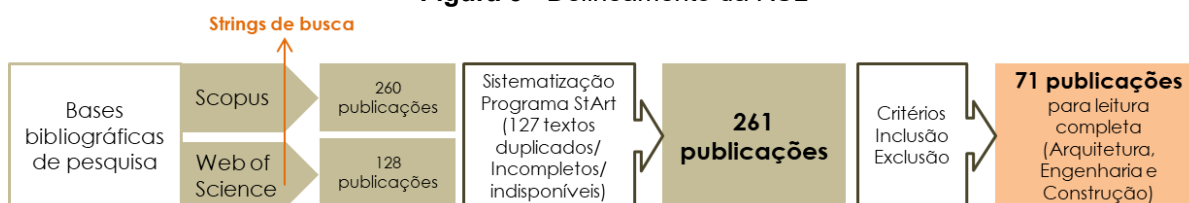
**Quadro 2 - Critérios de Inclusão/Exclusão**

<b>CRITÉRIOS</b>	
<p><b>INCLUSÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- abordar diretamente o tema no título;</li> <li>- constar nas palavras-chave ou no resumo;               <ul style="list-style-type: none"> <li>- abordar avaliação de projeto;</li> </ul> </li> <li>- abordar Arquitetura, Engenharia e Construção;</li> <li>- abordar simulação virtual no processo de projeto;</li> <li>- abordar o processo de colaboração em projeto (participativo/colaborativo/co-design).</li> </ul>	<p><b>EXCLUSÃO</b> (somente uma condição era necessária para excluir o artigo)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- estar fora dos três aspectos principais da pesquisa (processo de projeto/projeto participativo/simulação);               <ul style="list-style-type: none"> <li>- apresentar conceitos fora da área de AEC;</li> <li>- não encontrar o artigo completo;</li> <li>- não encontrar os dados bibliográficos.</li> </ul> </li> </ul>

Fonte: Autora, 2020.

Como resultado final, os critérios finais possibilitaram encontrar 71 publicações na área de AEC, as quais foram lidas e analisadas pelo grupo de pesquisa. É possível analisar o delineamento geral da RSL na figura abaixo (Figura 3).

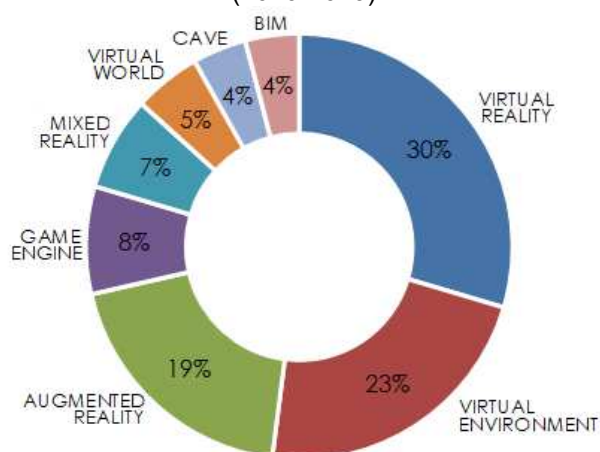
**Figura 3 - Delineamento da RSL**



Fonte: Autora, 2020.

A partir da RSL realizada e dos artigos selecionados, foi identificado o uso de diferentes tecnologias voltadas ao ambiente colaborativo. A partir da análise das palavras-chave das 71 publicações, percebe-se que a Realidade Virtual (*Virtual Reality*) é a tecnologia mais frequente nos processos colaborativos, seguido do Ambiente Virtual (*Virtual Environment*) e da Realidade Aumentada (*Augmented Reality*). Também foi possível analisar que dentre as tecnologias de ambientes virtuais mencionadas, os Motores de Jogos (*Game Engines*) estão ganhando destaque quando comparados a outras tecnologias nos últimos 10 anos, como a Realidade Mista (*Mixed Reality*), o *CAVE* e o *BIM*.

**Gráfico 2** - Tecnologias de ambientes virtuais utilizadas nas pesquisas em AEC nos últimos 10 anos (2010-2019)



Fonte: Autora, 2020.

Com base nos resultados coletados e na identificação de pesquisas voltadas ao uso da Realidade Virtual em conjunto com Motores de Jogos, optou-se pelo aprofundamento do estudo nestes dois instrumentos, os quais se mostraram ferramentas promissoras na prática projetual colaborativa e que servirão como base para a realização desta pesquisa. Em conjunto com os artigos selecionados da RSL, foi realizada uma pesquisa de caráter exploratório para complementar o estudo dos instrumentos selecionados.

### 3.2 A REALIDADE VIRTUAL NO PROJETO ARQUITETÔNICO

Dentre as diversas inovações digitais existentes para a discussão do projeto em AEC, a Realidade Virtual (RV) tem sido uma ferramenta altamente explorada no processo de comunicação entre arquitetos e usuários, se tornando uma das tecnologias mais importantes em nosso futuro por proporcionar melhorias significativas em relação à comunicação e ao projeto arquitetônico (VAN LEEUWEN et al, 2018; NOROUZI et al, 2015; KIM et al, 2013).

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 (TAYEH; ISSA, 2020; JERALD, 2016). A possibilidade de uma reprodução realista de um ambiente do mundo real, combinada com a dimensão da experiência espacial, pode se tornar uma poderosa ferramenta de

projeto futuro. Quando aplicada na arquitetura e comparada com outras tecnologias, ela se mostrou eficaz para informar os usuários e permitir tomadas de decisões sobre o projeto (VAN LEEUWEN et al, 2018; SEE; CHEOK, 2015; NOROUZI et al, 2014).

A RV pode ser definida como um ambiente digital gerado por computador que pode ser experimentado por meio das interações estabelecidas como se fosse um ambiente real (JERALD, 2016). Chan (2011) também define a RV como uma tecnologia que simula objetos e espaços através de modelos 3D gerados por computador, onde o sentimento de realismo é derivado de uma sequência de imagens estereoscópicas de alta resolução. Um sistema RV ideal permite, então, que os usuários andem fisicamente em torno de objetos virtuais e os 'toquem' como se fossem reais.

Aqui, é importante diferenciar os ambientes virtuais imersivos dos não imersivos nos modelos 3D. Se a exibição permitir que o espectador interaja com o ambiente através de imagens apresentadas em um monitor, um ambiente virtual não imersivo é criado. Porém, se a cena é mostrada em grande escala e os espectadores são cercados por imagens 3D através de dispositivos multissensoriais, então um ambiente imersivo é gerado (JERALD, 2016; KIRNER; KIRNER, 2011). A RV parte do conceito da imersão no ambiente virtual, podendo assim ser experimentada pelo ser humano. Para cada ambiente, diferentes instrumentos são utilizados para garantir a melhor experiência do usuário durante a simulação.

**Figura 4 - Ambiente Virtual não imersivo**



Fonte: <http://tecmundo.com.br>

**Figura 5** - Ambiente virtual imersivo por meio da Realidade Virtual



Fonte: <http://automotivebusiness.com.br>

Ao pensar na comunicação durante o processo de projeto, a RV surge como uma ferramenta poderosa na interação entre o humano e a tecnologia, uma vez que esse diálogo é um componente essencial e serve como base para o ambiente imersivo. Segundo Jerald (2016, p. 9), “experiências de VR bem projetadas podem ser pensadas como colaboração entre humanos e máquinas, onde software e hardware trabalham harmoniosamente em conjunto para fornecer comunicação intuitiva com o humano”. Sendo assim, em qualquer setor, a RV é utilizada para fornecer compreensão ao ser humano através da capacidade sensorial e das habilidades motoras humanas.

Diversas são as contribuições oferecidas pelas simulações utilizando o ambiente imersivo da RV, sendo elas: permitir o acesso interativo a informações em modelos 3D; facilitar a compreensão e participação dos usuários na tomada de decisões; permitir aprimorar a infraestrutura com a participação pública; capacitar os cidadãos a negociar decisões de projeto, discutir a qualidade dos projetos com especialistas e tomar decisões coletivamente (VAN LEEUWEN et al, 2018; JERALD, 2016; KULIGA et al, 2015; RODRIGUES; PORTO, 2013).

Por outro lado, os autores também apontam para algumas desvantagens do uso da RV, como a impossibilidade de alterações do projeto durante as simulações; a dificuldade de integração e comunicação dos ambientes; limitações do software e algumas vezes, a capacidade limitada de compreensão do ambiente pelos usuários leigos (JERALD, 2016; KULIGA et al, 2015; VAN LEEUWEN et al, 2018). Segundo Jerald (2016), mesmo quando os princípios da RV são totalmente compreendidos, quase nunca é ideal devido à sua natureza complexa e às inúmeras

possibilidades que podem ser criadas.

A partir da revisão bibliográfica realizada, o Quadro 3 abaixo resume as vantagens e desvantagens citadas por diversos autores sobre o uso da RV em conjunto com os usuários, assim como aponta quais ferramentas estão sendo comumente utilizadas nas pesquisas atuais. Percebe-se que, apesar das desvantagens listadas, a quantidade de vantagens é consideravelmente maior.

**Quadro 3 - Vantagens, desvantagens e ferramentas de aplicação da RV**

O USO DA REALIDADE VIRTUAL NOS PROCESSOS DE PROJETOS COLABORATIVOS	<b>VANTAGENS</b>	
	Boa compreensão do projeto pelos usuários	
	Estimula a participação do público nas simulações	
	Maior envolvimento dos usuários com o processo de projeto	
	Estimula a participação do usuário na tomada de decisões	
	Interatividade em tempo real	
	Propõe uma experiência realista	
	Tecnologia facilmente disponível	
	<b>DESvantagens</b>	
	Impossibilidade de alteração do projeto	
	Dificuldade de comunicação entre os ambientes	
	Limitações do software	
	Capacidade de compreensão limitada	
	<b>FERRAMENTAS PARA APLICAÇÃO</b>	
	Computador	Óculos 3D Imersivos
	Smartphones	Programas de Modelagem (SketchUp, 3D Max)
Tablets	Plugins	
<b>REFERÊNCIA</b>		
Tayeh e Issa, 2020; Van Leeuwen et al, 2018; Souza, 2018; Jerald, 2016; Kuliga, 2015; See e Cheok, 2015; Kim et al, 2013; Rodrigues e Porto, 2013; Freitas e Ruschel, 2010		

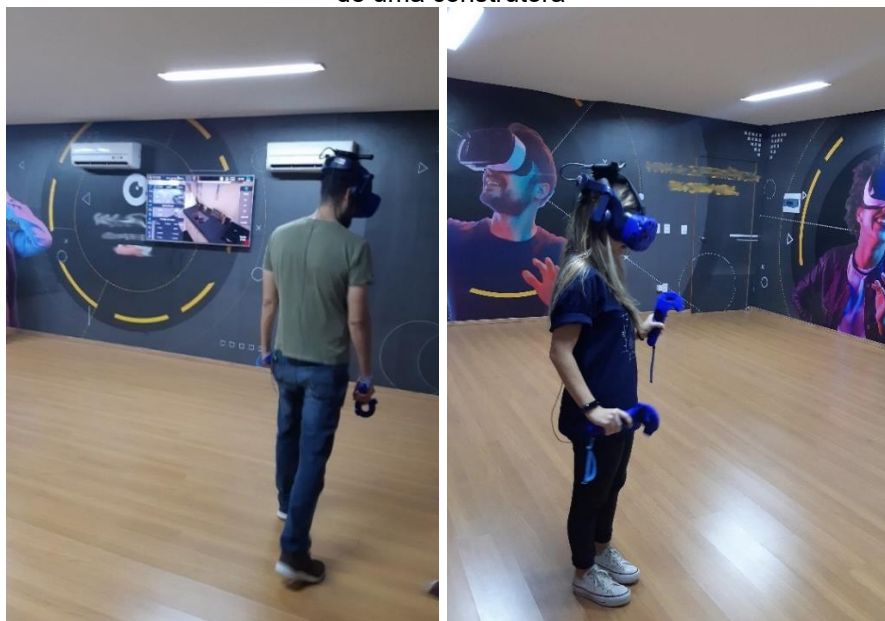
Fonte: Adaptado pela autora, 2020.

Atualmente, ainda que de forma limitada, algumas empresas e construtoras têm tido acesso à esta ferramenta e aos instrumentos multissensoriais, utilizando seus recursos de representação para expor detalhes do projeto aos futuros compradores. Os empreendedores podem, através dos óculos 3D imersivos e dos instrumentos de apoio – fones de áudio imersivos e controladores sem fio – mostrar aos clientes as diversas possibilidades de plantas existentes no empreendimento, assim como dar-lhes a oportunidade de escolher os revestimentos e acabamentos a serem aplicados nos ambientes.

Embora a inovação possibilite que o usuário entenda e opte por pequenos reajustes na planta, a participação do usuário no desenvolvimento do projeto, neste caso, é pequena e indireta. É possível realizar pequenas modificações somente durante as etapas finais, e não nas etapas iniciais de concepção e

desenvolvimento do projeto. Devido à algumas limitações do instrumento e do software, entre elas a impossibilidade de alteração do projeto enquanto a simulação ocorre, a RV pode ser uma alternativa pouco promissora se não houver a possibilidade de alteração do projeto em tempo real.

**Figura 6** – Óculos 3D imersivos sendo utilizados para apresentar o projeto em ambiente de vendas de uma construtora



Fonte: Autora, 2019.

Segundo Zupancic et al (2017), apesar da Arquitetura ser um dos maiores setores industriais que utilizam as ferramentas digitais, o poder inovador destes instrumentos no projeto arquitetônico ainda parece ser muito subdesenvolvido e necessita ser mais explorado, o que reforça a dificuldade do manuseio das tecnologias de ambientes virtuais imersivos. Zupancic et al (2017, p. 291) ainda comenta que:

“A interpelação entre arquitetura e liderança digital precisa ser explorada e desenvolvida. [...] Esses desafios exigem mudanças radicais nos processos e abordagens. A inteligência artificial (IA) e as ferramentas e mídias digitais oferecem possibilidades de alterar o fluxo de trabalho e o impacto da profissão. Para desenvolver isso ainda mais, os escritórios de arquitetura e design precisam de pessoas que possam assumir um papel de liderança na inovação e aprimoramento dos atuais processos de trabalho.”

Desta forma, propor um aprimoramento dos instrumentos de representação imersivos já disponíveis no mercado permitirá elaborar novas abordagens mais participativas no desenvolvimento do projeto. Segundo Tayeh e Issa (2020), embora os benefícios da RV na construção sejam amplamente reconhecidos, ainda são necessários maiores esforços para satisfazer todos os níveis de interação e, assim, permitir um aprimoramento na manipulação do modelo virtual e melhorar as experiências dos agentes envolvidos para uma melhor comunicação e transferência de informações.

### 3.3 O UNIVERSO DOS JOGOS E OS GAME ENGINES

A partir da análise de pesquisas mais recentes relacionadas às tecnologias de ambientes virtuais imersivos, foi possível notar que a visualização arquitetônica está começando a utilizar avanços tecnológicos da RV em conjunto com o uso de mecanismos de jogos interativos, mais conhecidos como Motores de Jogos (*Game Engines*). Estes aplicativos de jogos têm possibilitado melhorar a compreensão do projeto por parte do cliente inexperiente e não especialista ou do usuário final, permitindo-lhes comunicar melhor suas opiniões para a equipe de projeto em menos tempo e com uma menor quantidade de mudanças no desenvolvimento do projeto (BUHAMMOOD, 2020).

Os Motores de Jogos (MJ) são softwares e aplicativos de modelagem responsáveis por ler e apresentar virtualmente o projeto utilizando modelagens pré-existentes em 3D, proporcionando ambientes virtuais tanto imersivos (através dos óculos de Realidade Virtual) como também ambientes não imersivos. Segundo Edwards et al (2015), os MJ disponíveis comercialmente são especialmente adaptados para alcançar representações gráficas de alta qualidade, facilitando o desenvolvimento de ambientes 3D interativos para pesquisadores e profissionais em projeto.

Com base na leitura dos artigos encontrados na RSL, foi possível identificar as principais características da utilização dos MJ no desenvolvimento dos ambientes virtuais. Uma primeira vantagem está no fornecimento de ambientes 3D de gráficos de alta qualidade, sendo adequados para apresentar e discutir propostas de

projeto e alternativas muito mais claramente do que desenhos técnicos em 2D (PARAVIZO; BRAATZ, 2019). Isso faz com que o nível de abstração necessário para os participantes envolvidos na avaliação das propostas do projeto seja muito menor, pois as imagens oferecidas dos modelos 3D estão muito mais próximas da realidade.

Outra característica interessante é o protagonismo dado ao usuário durante a simulação. Os usuários são livres para explorar e interagir com os modelos e personagens, podendo escolher quando e como desejam realizar tais ações devido aos controles intuitivos e fáceis o suficiente para os usuários finais não profissionais (EDWARDS et al, 2015; PARAVIZO; BRAATZ, 2019). Essas características aumentam a compreensão dos usuários sobre os cenários e atividades que devem ser executados no ambiente virtual.

Os MJ também são sistemas processados em tempo real, onde os usuários interagem e exploram livremente o ambiente virtual, podendo gastar tanto tempo quanto desejado na análise dos aspectos que julgam mais importantes e recebendo um feedback visual simultaneamente. Isso é o oposto das técnicas de renderização mais tradicionais, que geram imagens estáticas ou até vídeos com visuais extremos de alta qualidade, mas que são completamente predefinidas e podem ser analisadas apenas passivamente (PARAVIZO; BRAATZ, 2019).

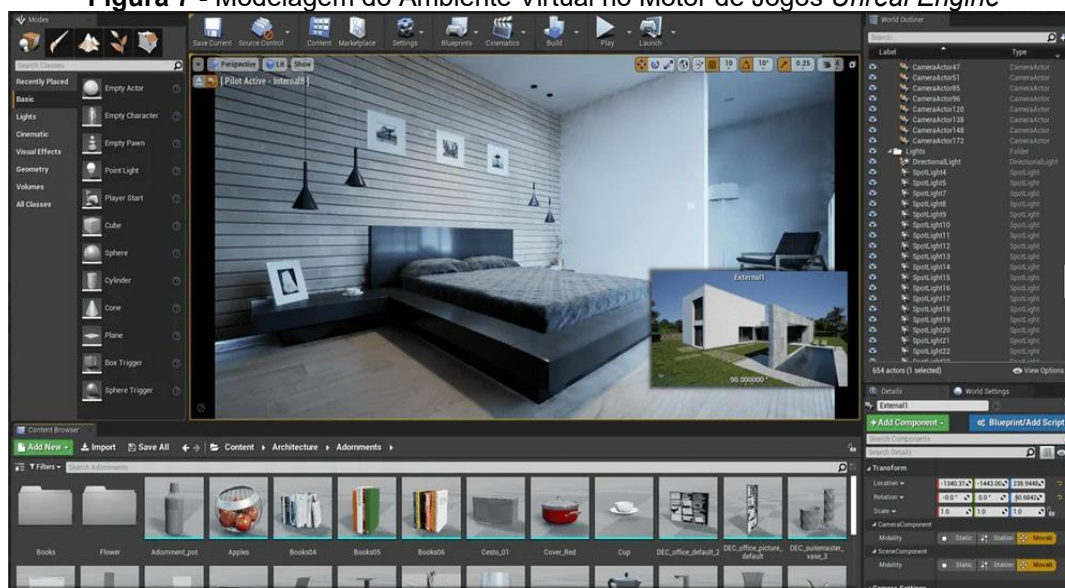
Desta forma, segundo Paravizo e Braatz (2019), os MJ podem ser vistos como plataformas de simulação, permitindo ao usuário simular procedimentos operacionais e tarefas específicas em um local de trabalho idealizado, assim como explorar a compreensão do espaço e sua capacidade de fazer uma situação semelhante na vida real.

Vários são os MJ disponíveis no mercado que permitem a apresentação virtual do projeto, tais como Unity, Unreal Engine, Lumion, Twinmotion, Enscape e SentioVR. O motor de jogos escolhido para esta pesquisa foi o Unreal Engine versão 4.25 devido às suas capacidades gráficas visuais e pela possibilidade da realização de programações que viabilizam as interações dentro do ambiente virtual. Além de ser um programa que está recorrentemente sendo utilizado nas pesquisas atuais, o programa tem livre acesso e está disponível gratuitamente no site da empresa Epic Games<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> <http://www.unrealengine.com/en-US/>

**Figura 7 - Modelagem do Ambiente Virtual no Motor de Jogos Unreal Engine**



Fonte: <http://unrealengine.com>, 2020.

Apesar das vantagens citadas, os MJ ainda apresentam algumas limitações dentro da indústria de AEC. Segundo Tayeh e Issa (2020), além destes programas não poderem ser utilizados para criar projetos de construção complexos e detalhados, os projetos importados perdem todas as informações e propriedades anexadas quando importadas para dentro do software.

Embora os benefícios da RV já tenham sido amplamente reconhecidos, criar um ambiente virtual com o nível de interatividade pretendido é difícil, uma vez que os softwares utilizados exigem um conhecimento profundo sobre a criação e a programação de videogames, assim como se torna necessário o uso de equipamentos e recursos adequados para garantir o desempenho correto da simulação (TAYEH; ISSA, 2020; GEGANA et al, 2019).

Desta forma, viabilizar uma simulação desenvolvida por um MJ que permita a modificação em tempo real do projeto dentro do ambiente virtual é uma característica interessante e inovadora por possibilitar novas práticas projetuais no processo de Co-Design. Segundo Gegana et al (2019), a projeção em RV em conjunto com estes mecanismos de jogos interativos pode minimizar a lacuna de percepção entre a ideia do cliente e a do projetista, assim como propor uma interatividade que permite aos usuários explorar o espaço e executar a manipulação direta em alguns aspectos do projeto. Os MJ podem ser tornar uma ferramenta útil para o processo de projeto colaborativo por meio da compreensão das propostas e também pela análise

ergonômica dos ambientes simulados, sendo possível explorar o ambiente e descobrir possíveis problemas e questões durante a experiência imersiva.

### 3.4 A SIMULAÇÃO NAS ETAPAS INICIAIS DO PROJETO COLABORATIVO

Segundo Wang (2013), uma simulação pode ser definida como a representação do comportamento ou das características de um sistema através de outro sistema. Vicente (2005) diz que a simulação é um “experimento virtual” que requer um modelo operatório representando no todo um sistema ou processos que o caracterizem, podendo buscar um modelo, confirmá-lo ou fazer uma projeção de eventos futuros. Sendo assim, a simulação pode servir tanto no “contexto de descoberta” quanto no “contexto da prova”.

O uso da simulação no campo científico traz inúmeras vantagens para o processo de projeto. Segundo Wang (2013), um dos pontos fortes da simulação está na possibilidade de experimentar um ambiente ou ação sem necessariamente sofrer os perigos das coisas reais que elas representam. É possível, por exemplo, simular uma cidade movimentada inteira sem a despesa de realmente construí-la. Da mesma forma, podem ser investigadas as reações das pessoas a diversos cenários, simulados por fotografias, maquetes em escala e similares.

Devido à grande expansão da tecnologia de computadores, a simulação tem sido cada vez mais utilizada como estratégia de pesquisa arquitetônica (WANG, 2013). Atualmente, os computadores estão começando a ajudar nas decisões de projeto nos seus estágios iniciais durante as simulações através de instrumentos tecnológicos como a Realidade Virtual e ambientes 3D imersivos e não-imersivos.

Entretanto, apesar das contribuições da simulação com a tecnologia, ainda existem muitas limitações. Segundo Wang (2013), os desenhos esquemáticos iniciais são difíceis de serem adaptados aos computadores, onde a modelagem virtual se torna útil somente depois que os conceitos iniciais são esboçados e posteriormente, programados no computador. A modelagem de simulação só ocorre quando existe uma capacidade ‘inteligente’ em um programa de modelagem computacional que permita interações dinâmicas produzindo dados mensuráveis.

Para a realização da simulação nesta pesquisa, será necessário

elaborar um ambiente imersivo através da RV que seja eficiente e apropriado ao usuário leigo. Segundo Lombard e Ditton (1997, apud CHAN, 2011), em ambientes virtuais, são necessárias algumas condições básicas para gerar a sensação de presença por meio da percepção do ambiente virtual. Estudos descobriram que a alta qualidade ou resolução das imagens em conjunto com as configurações de tamanho e distância entre o espectador e a imagem foram fatores importantes para gerarem maior senso de presença e permitirem que o ambiente possa ser experimentado e interagido como se fosse real (CHAN, 2011). O sistema de projeção imersiva atende a esses requisitos, pois se aproxima do tamanho real e da distância com objetos 3D de alta resolução e em grande escala gerados em tempo real. Sendo assim, estes fatores serão levados em consideração para a realização da simulação durante as etapas iniciais do projeto.

Dentre os parâmetros analisados, para atender as demandas e os problemas levantados inicialmente na pesquisa, será proposto uma ferramenta que proponha a junção das duas tecnologias citadas (RV e o Motor de Jogos), a qual será testada através de uma simulação com especialistas em projeto para sua validação. Os procedimentos da pesquisa serão explicados a seguir.

## 4 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

A partir das reflexões com base nos problemas identificados e na análise da revisão de literatura, foi possível estabelecer a estratégia mais adequada para o encaminhamento da pesquisa.

Uma possível abordagem para promover o envolvimento direto do usuário e identificar as suas demandas está no desenvolvimento de uma ferramenta com alto nível de imersão e controle, pois segundo Maurya (2019), estabelecer interfaces mínimas de interação pode permitir que o usuário faça parte do processo inicial do projeto. Por se tratar de uma pesquisa que investiga novas maneiras de proporcionar essa interação, a abordagem com a metodologia *Design Science Research* (DSR) possibilita, segundo Dresch et al (2015), que o pesquisador não se limite apenas à descrição de um determinado fenômeno, mas também projete soluções para os problemas encontrados, fomentando contribuições teóricas e práticas.

### 4.1 DESIGN SCIENCE RESEARCH (DSR)

Segundo Lacerda et al (2013), a distinção entre os ambientes natural e artificial foi realizada por Herbert Simon em 1969. Diferentemente da ciência natural, onde o conjunto de conhecimentos está relacionado aos fenômenos do mundo e como as coisas são e funcionam, Simon levanta a possibilidade de estudar o universo “artificial” através da realização de artefatos que atinjam determinados objetivos a partir do estudo de como as coisas devem ser e funcionar (SIMON, 1969 apud LACERDA et al, 2013). A partir dessa necessidade de criar uma ciência que se dedique a propor artefatos que alcancem objetivos definidos, surge a “Ciência do Projeto” – tradução livre de *Design Science*.

O *Design Science Research* (DSR) pode ser definido como um processo rigoroso onde se projetam artefatos para resolver problemas, avaliar o que foi projetado ou o que está funcionando, comunicar os resultados obtidos e realizar contribuições de pesquisa (LACERDA et al, 2015; PEFFERS et al, 2007). Peffers et al (2007) defende que o desenvolvimento do artefato deve ser um processo de busca baseado em teorias e conhecimentos existentes para chegar à solução de um problema definido, assim como deve representar uma contribuição verificável e o rigor

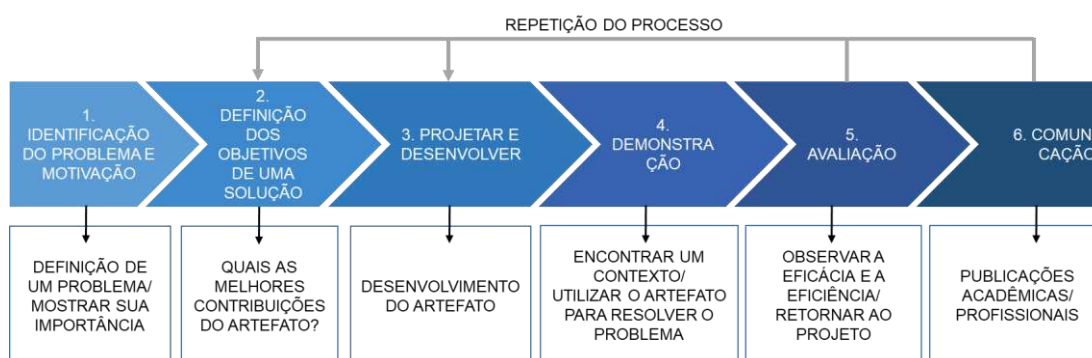
deve ser aplicado tanto no desenvolvimento do artefato, quanto em sua avaliação.

Segundo Dresch et al (2015), o DSR ainda tem como finalidade conceber um conhecimento sobre como projetar, não apenas aplicar, e compreender o processo cognitivo por meio do qual foi elaborado o projeto que os define. A criação de artefatos construídos pelo homem – como modelos, diagramas, planos, estruturas organizacionais – ou projetos artificiais podem ser caracterizados em termos de objetivos, funções e adaptações. Desta forma, os artefatos devem comprovar que apresentam condições de atingir os objetivos inicialmente propostos, sendo necessário não apenas demonstrar sua elaboração, mas devem apresentar confirmações de que o mesmo pode ser utilizado em soluções de problemas reais.

Outra etapa importante desta metodologia é a verificação do desempenho dos artefatos como solução desejada. Segundo Lacerda et al (2013), a avaliação do artefato é definida através da verificação do seu comportamento no ambiente para o qual foi projetado em relação às soluções que se propôs alcançar, sendo necessário seguir uma série de procedimentos para verificar efetivamente o desempenho do artefato. A avaliação final do artefato não dispensa que, em cada etapa, sejam realizadas avaliações parciais dos resultados a fim de certificar que a pesquisa está no sentido dos objetivos propostos (LACERDA et al, 2013).

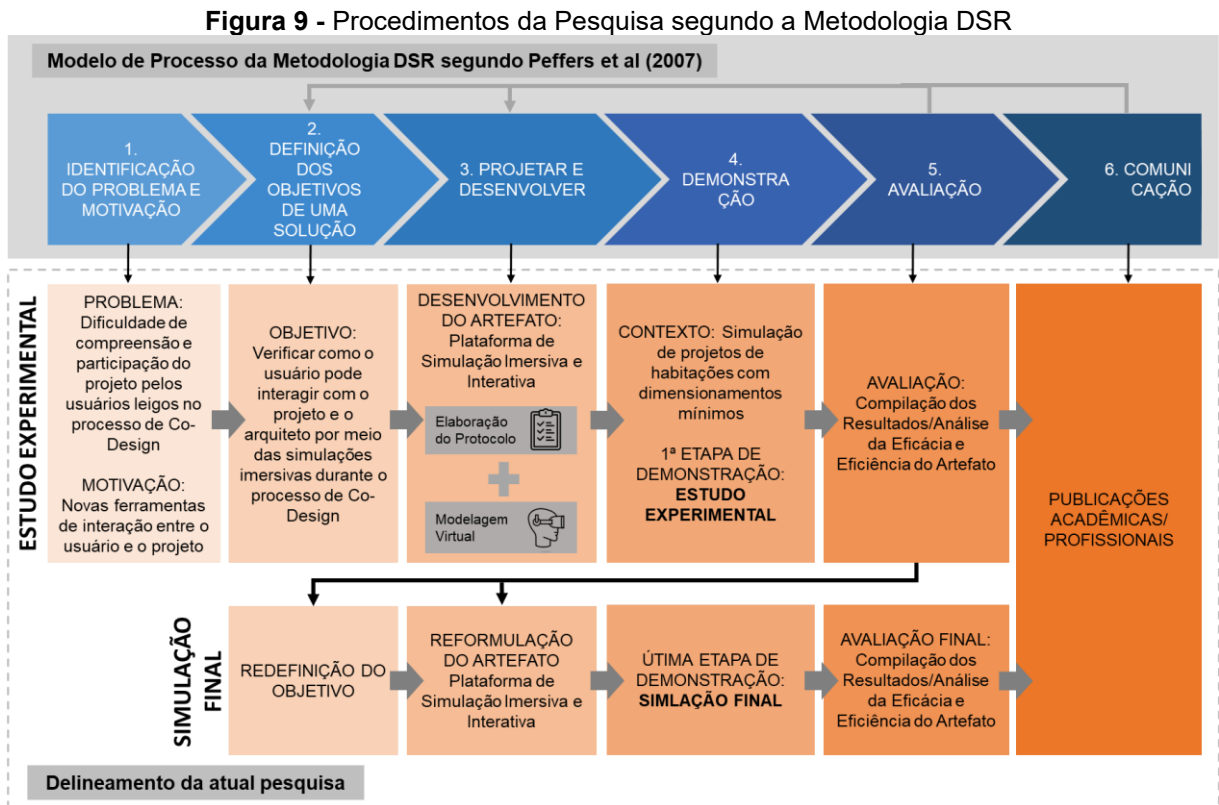
Peffer et al (2007) apresenta um Modelo de Processo para condução da pesquisa utilizando a Metodologia DSR (Figura 8). Este modelo consiste em 6 etapas, em ordem: identificação do problema e motivação; definição dos objetivos de uma solução; projetar e desenvolver; demonstração; avaliação e comunicação. A partir da avaliação do artefato, é proposto uma repetição do processo para garantir a eficácia do artefato ao propósito inicial.

**Figura 8** - Modelo de processo da Metodologia Design Science Research



Fonte: Autora, adaptado de Peffer et al (2007).

Desta forma, após a definição da metodologia a ser utilizada, foi determinado o delineamento da etapa prática da pesquisa. As etapas foram estruturadas de acordo com a metodologia proposta DSR e serão expostas a seguir (Figura 9).



Tendo identificado os problemas e objetivos da pesquisa por meio da fundamentação teórica já apresentada (Etapas 1 e 2 da DSR), será descrito a Etapa 3, a qual consiste em projetar e desenvolver o artefato. Este foi elaborado por meio do desenvolvimento da modelagem virtual de um projeto, a qual será conduzida por um protocolo de aplicação pré-determinado. O desenvolvimento do artefato e as etapas do protocolo de aplicação da simulação serão descritos a seguir.

#### 4.2 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO

O artefato foi proposto como uma **plataforma de simulação imersiva e interativa**. A maior contribuição desta ferramenta será possibilitar a coleta de informações em conjunto com o usuário através da discussão do projeto existente e

da sua alteração em tempo real dentro do ambiente virtual. Através da Realidade Virtual e dos Motores de Jogos, será possível proporcionar a discussão do projeto por meio das análises e modificações dos seguintes aspectos:

- **Reconhecimento espacial:** Analisar questões espaciais do ambiente virtual por meio de uma primeira exploração livre;
- **Interação com os equipamentos:** Testar os equipamentos dentro da simulação virtual de acordo com suas funções individuais, como abrir/fechar a porta da geladeira, o forno e as gavetas e armários da pia;
- **Modificação do leiaute do mobiliário:** Modificar a posição dos móveis, os quais estão configurados para que o participante consiga segurá-los e movê-los dentro do ambiente virtual;
- **Redimensionamento do ambiente:** Modificar o dimensionamento interno do ambiente conjugado, sendo possível aumentar os ambientes em 30cm, 60cm ou 90cm (medida estabelecida para melhor percepção do usuário dentro do ambiente virtual);
- **Escolha dos revestimentos e cores:** Modificar os materiais a partir de opções pré-determinadas. As superfícies modificáveis serão: piso com 3 opções de revestimentos e uma parede com 3 opções de cores.

#### 4.2.1 Materiais Utilizados

Para garantir um correto funcionamento e desempenho da simulação, assim como assegurar a qualidade gráfica do ambiente virtual, é necessário o uso de equipamentos e recursos adequados, os quais serão descritos a seguir.

##### a) Óculos de Realidade Virtual

Os óculos de RV são os responsáveis por transmitir as imagens renderizadas em tempo real para os usuários que os utilizam, proporcionando ambiente virtual imersivo devido à visão 360° do ambiente através de imagens nítidas e de alta resolução. Os óculos escolhidos para a experimentação do ambiente virtual foi o *Oculus Quest*. Estes óculos contam com um Dispositivo Acoplado a Cabeça (*Head-Mounted Display*) e dois controles remotos, um para cada mão, conforme Figura 10. Os óculos também possuem áudio integrado e microfone embutido.

**Figura 10 - Oculus Quest**

Fonte: <http://www.oculus.com/quest> (2020).

A vantagem deste modelo está na possibilidade de uso sem fios por se tratar de um sistema de jogo integrado para RV. Desta forma, é possível realizar a simulação utilizando somente os óculos e os controles, garantindo mais conforto e comodidade para quem está realizando a simulação. Também é possível ativar o rastreamento das mãos e utilizá-lo sem os controles. Caso seja necessário, a conexão entre os óculos e o computador também pode ser feita através do cabo USB 3.0.

#### b) Computador desktop de mesa

Para garantir o correto desempenho dos programas utilizados, também é necessário utilizar um computador que possua componentes específicos de alta performance e que atenda as demandas operacionais dos mecanismos de jogos interativos. As configurações do computador utilizado nesta pesquisa estão disponíveis no quadro a seguir (Quadro 4).

**Quadro 4 - Configurações do computador**

COMPONENTE	MODELO
Processador	Processador AMD Ryzen 5 3600X Cache 32MB 3.8GHz (4.4 GHz Max Turbo) AM4, sem vídeo
Placa-Mãe	Placa-Mãe ASRock B450M Steel Legend, AMD AM4
Placa de Vídeo	Placa de Vídeo Asus TUF NVIDIA GeForce RTX 2060 6GB
Memória	Memória HyperX Fury, 32GB (2x16GB), 2666MHz
Disco Rígido	HD Seagate BarraCuda, 2TB, 3.5', SATA
Fonte	Fonte Corsair 650W 80 Plus White VS650

Fonte: Autora, 2021.

### c) Produtos de higienização

Devido ao atual cenário da pandemia do vírus Covid-19, foram tomadas todas as precauções necessárias para garantir a segurança dos participantes durante a realização do experimento. A simulação foi realizada respeitando o distanciamento recomendado, o ambiente de simulação possuía ventilação adequada e todos os aparelhos utilizados foram esterilizados e higienizados com álcool 70 antes e após o experimento. Também foram disponibilizadas luvas e máscaras descartáveis.

#### 4.2.2 Protocolo de Aplicação

Para a condução da simulação na plataforma, foi elaborado um Protocolo de Aplicação com base na fundamentação teórica e em estudos realizados anteriormente (SOUZA, 2018; CUPERSCHMID, 2014; PINHEIRO, 2020). O protocolo será aplicado durante toda a simulação, pois além de auxiliar o participante no decorrer da experiência, possibilitará coletar informações enquanto o participante estiver imerso no ambiente virtual. O protocolo foi planejado para que a simulação aconteça em 4 etapas (A, B, C e D), as quais serão descritas a seguir.

##### **A. Apresentação da pesquisa e instruções para a simulação**

Etapa composta pela apresentação da pesquisa ao arquiteto, explicando os objetivos e finalidades da simulação. Será feito um questionário para identificar o perfil dos participantes. Ainda nesta etapa, serão apresentados os instrumentos que serão utilizados (óculos e controles) e as instruções iniciais para participar da simulação, conforme é possível observar na Figura 11 abaixo.

**Figura 11 - Representação da Etapa A**

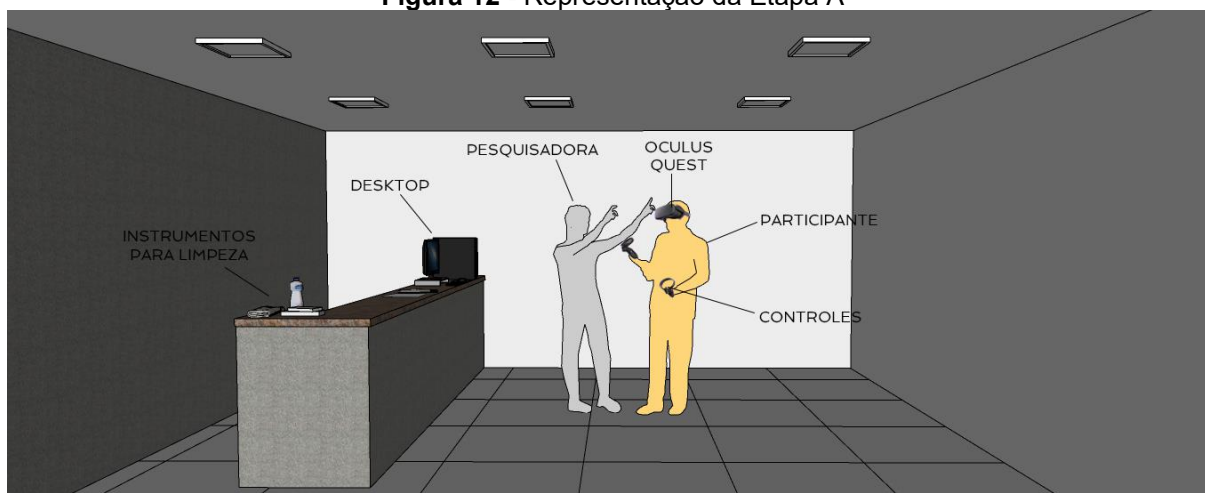


Fonte: Autora, 2021.

O protocolo inicia-se pela identificação dos participantes, onde as perguntas visam caracterizar os arquitetos e coletar informações sobre seu repertório profissional.

Após a coleta destas informações, com o auxílio da pesquisadora, o participante vestirá os óculos, conforme é possível observar na Figura 12 abaixo. Algumas questões preliminares serão feitas para garantir que não exista nenhum tipo de desconforto, como tontura ou náusea, assim como verificar se o aparelho está bem posicionado e se as imagens estão nítidas.

**Figura 12 - Representação da Etapa A**



Fonte: Autora, 2021.

## **B. Exploração e percepção do ambiente virtual**

Nesta etapa, o participante já estará imerso no ambiente virtual e poderá se movimentar livremente nos cômodos projetados (Figura 13). Após uma

primeira exploração, será solicitado que o participante realize algumas tarefas no ambiente virtual, visando averiguar questões relacionadas à ergonomia, conforto e funcionalidade dos móveis e equipamentos existentes no projeto. O participante deverá analisar o dimensionamento de circulação dos ambientes; analisar o tamanho e a posição dos móveis e dos equipamentos; interagir com os equipamentos ao abrir e fechar as portas da geladeira, fogão e armários da pia; simular o uso de bancada da pia e mesa; simular a armazenagem de produtos nos armários.

**Figura 13 - Representação da Etapa B**



Fonte: Autora, 2021.

Baseado nas análises e interações feitas, serão realizadas perguntas que permitirão estimular a discussão do projeto, assim como identificar os principais aspectos projetuais levantados pelo participante.

### **C. Alteração de aspectos específicos do projeto**

Nesta etapa, serão propostas alterações no projeto que possibilitem solucionar as críticas e considerações feitas durante a etapa B da simulação. Para cada caso, será solicitado que o participante realize alterações de aspectos específicos do projeto de acordo com as interações propostas, as quais serão descritas no próximo subitem. Enquanto o participante estiver modificando o ambiente, será possível acompanhar as alterações realizadas pela tela do desktop, conforme é possível observar na Figura 14 abaixo.

**Figura 14 - Representação da Etapa C**



Fonte: Autora, 2021.

#### **D. Questões Finais**

Após o participante encerrar as modificações propostas, os óculos serão retirados. No final, perguntas relacionadas à percepção do ambiente e à usabilidade dos óculos serão realizadas para identificar os pontos positivos e negativos desta simulação (Figura 15).

**Figura 15 - Representação da Etapa D**



Fonte: Autora, 2021.

É possível visualizar o Protocolo completo no Apêndice A. A seguir, será descrito como foi realizado o desenvolvimento do ambiente virtual imersivo, quais são as interações propostas para esta pesquisa e quais ferramentas serão desenvolvidas para a realização de cada interação.

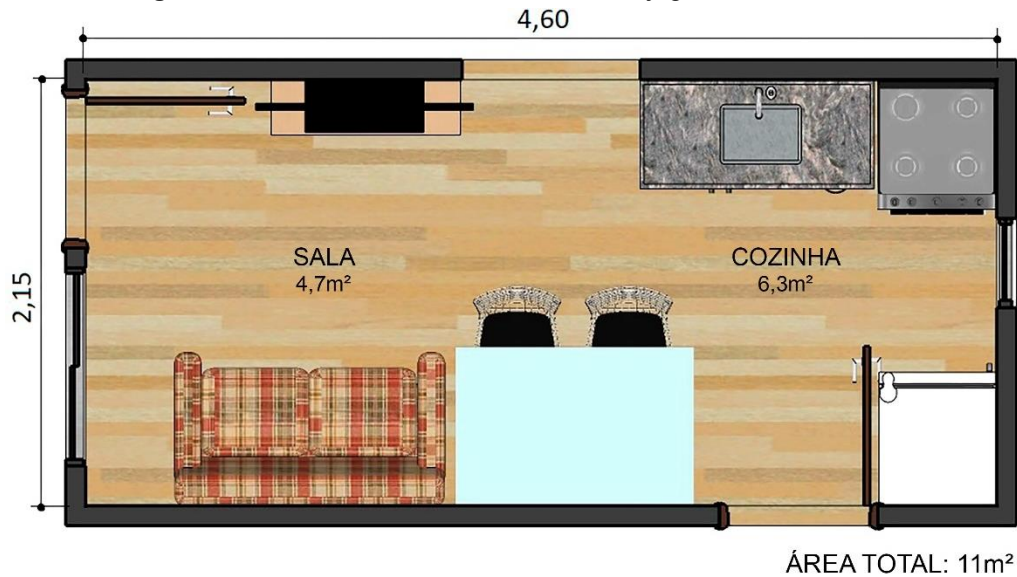
### 4.2.3 Desenvolvimento do Ambiente Virtual

A dinâmica da simulação propõe uma estrutura que pretende analisar os seguintes aspectos dentro do ambiente virtual:

- **Imersão:** a simulação pretende avaliar como o ambiente imersivo pode auxiliar na coleta de informações com o usuário durante a simulação, uma vez que a imersão no ambiente virtual pode proporcionar um entendimento do espaço que auxiliará na tomada de decisões do usuário;
- **Interação:** a simulação pretende compreender e explorar as características de interatividade do usuário com o projeto, assim como classificar qual o nível de interação do usuário, tendo como foco as limitações do artefato para a coleta de informações com o usuário;
- **Envolvimento:** analisar o possível engajamento e receptividade do usuário com o mundo virtual, verificando se existe um ganho ou uma perda na coleta de informações. Conferir, também, se o usuário se sente estimulado a participar no projeto a partir das ferramentas interativas.

Para o desenvolvimento da plataforma de simulação, foi necessário definir um projeto base para ser reproduzido no ambiente virtual. O foco desta pesquisa está nos projetos de habitações de baixa renda com área de até 100m<sup>2</sup>. O público alvo serão os usuários que desejam construir uma casa ou comprar um apartamento, tendo como foco as habitações que permitam a modificação de sua planta final. O projeto escolhido faz parte de um estudo anterior realizado por Imai e Fabricio (2020), cujo formato e leiaute é usualmente utilizado em soluções de projeto com dimensionamento mínimo. Para facilitar a simulação dentro do ambiente virtual, foram escolhidos dois ambientes da residência, sendo eles uma sala e uma cozinha conjugados.

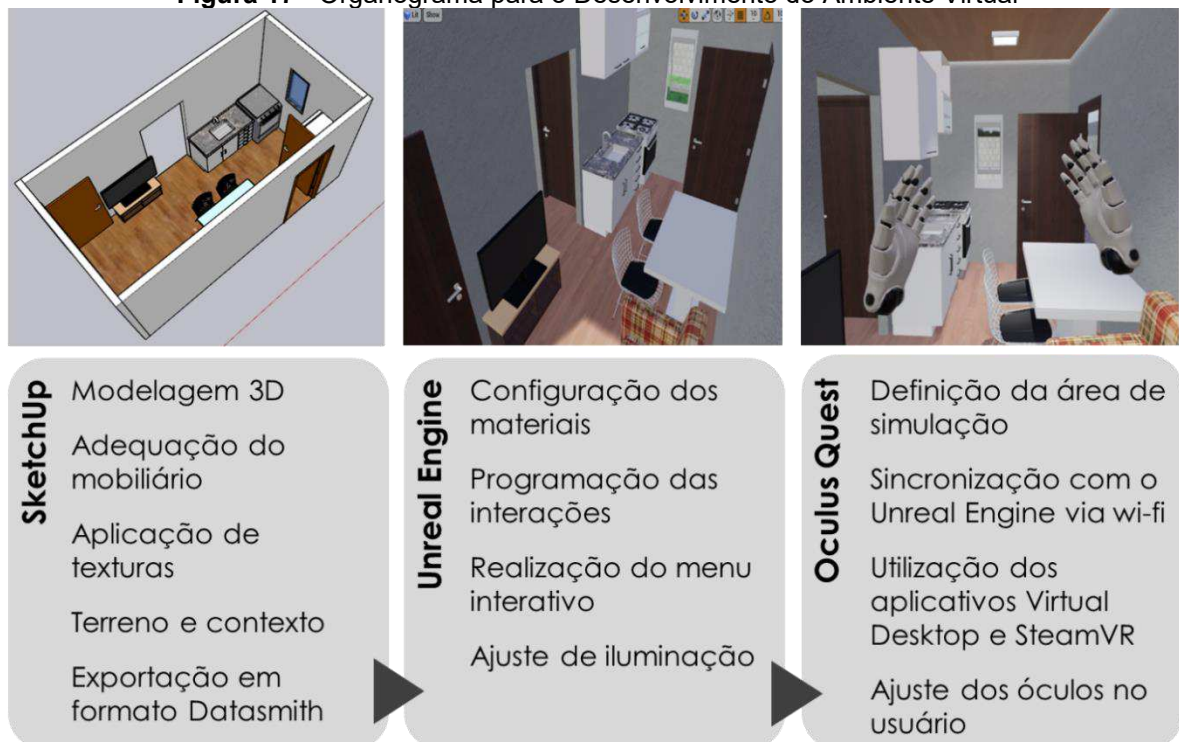
**Figura 16** - Planta baixa dos ambientes conjugados: sala e cozinha



Fonte: Autora, 2021.

A elaboração de uma boa simulação dentro da RV depende da qualidade de três aspectos: a modelagem do ambiente 3D, o software ou aplicativo dedicado à RV (os Motores de Jogos) e os óculos de Realidade Virtual. Desta forma, a programação dos comandos de interação foi realizada em três etapas, como é possível visualizar na Figura 17.

**Figura 17** - Organograma para o Desenvolvimento do Ambiente Virtual



Fonte: Autora, 2021.

A primeira etapa consistiu na modelagem 3D do projeto dentro do software de arquitetura online Trimble SketchUp 2020, disponível gratuitamente no site da própria empresa<sup>4</sup>. Nesta etapa, a modelagem do mobiliário foi adequada para se encaixar no leiaute da residência, assim como foram aplicadas as texturas dos objetos e o terreno/contexto foram modelados. Após a finalização da modelagem, foi exportado um arquivo *datasmith* para inseri-lo no MJ.

Na segunda etapa, o modelo virtual foi inserido no MJ Unreal Engine 4.25, cujo acesso é livre e está disponível gratuitamente no site da empresa Epic Games<sup>5</sup>. Nesta etapa, foram ajustadas as configurações finais dos materiais e revestimentos aplicados, assim como foram feitos ajustes finais na iluminação. Ainda nessa etapa, foram realizadas as programações dos comandos para possibilitar as interações propostas, assim como foi desenvolvido um menu interativo para a troca de revestimento do piso e cor de uma única parede.

Finalizado as configurações de interação dentro do programa UE 4.25, o Oculus Quest é conectado ao computador via wi-fi para dar início à simulação, sendo necessário utilizar os aplicativos Virtual Desktop e SteamVR para o correto funcionamento do programa dentro dos óculos.

No total, foram propostas 5 interações envolvendo: Reconhecimento Espacial; Interação com os equipamentos; Modificação do leiaute do mobiliário; Redimensionamento do ambiente e Escolha dos revestimentos e cores, conforme é possível analisar no Quadro 5 abaixo. Para cada interação, foi desenvolvido uma ferramenta específica para sua realização.

---

<sup>4</sup> <http://www.sketchup.com/pt-BR/plans-and-pricing/sketchup-free>

<sup>5</sup> <http://www.unrealengine.com/en-US/>

**Quadro 5** - Interações dentro da Plataforma de Simulação

INTERAÇÃO DO PARTICIPANTE	DESCRIÇÃO
<p>Reconhecimento Espacial</p> 	<p>A interação permite que o participante ande livremente pelo ambiente, tendo uma observação 360° dos dois cômodos e sendo possível analisar o ambiente projetado sob diversas perspectivas e ângulos.</p>
<p>Interação com os equipamentos</p> 	<p>A interação permite abrir e fechar as portas e gavetas dos móveis e dos equipamentos, sendo possível identificar conflitos de circulação e colisões entre o mobiliário, assim como averiguar questões de ergonomia (alturas e acessibilidade dos móveis).</p>
<p>Modificação do leiaute do mobiliário</p> 	<p>A interação permite o desenvolvimento de diferentes leiautes de projeto por meio da modificação do posicionamento do mobiliário existente.</p>
<p>Redimensionamento do ambiente</p> 	<p>A interação permite analisar aumentos no dimensionamento da casa, assim como possibilita a exploração de novos leiautes do projeto. As paredes da simulação serão modificáveis: será possível aumentar os ambientes em 30cm, 60cm ou 90cm.</p>
<p>Escolha dos revestimentos e cores</p> 	<p>A interação permite escolher e analisar diferentes opções de revestimentos e cores do piso e de uma parede do ambiente.</p>

Fonte: Autora, 2021.

Em relação ao redimensionamento do ambiente, duas paredes foram configuradas para serem móveis, possibilitando a ampliação dos cômodos conjugados em 30cm, 60cm e 90cm (Figura 20). Caso o participante deseje, também é possível ampliar o ambiente por meio da modificação de somente uma parede (1 ou 2). A escolha da ampliação será feita por meio da seleção dos botões

propostos no menu realizado.

**Figura 18 - Paredes Móveis da Planta Base**



Fonte: Autora, 2021

**Figura 19 - Possíveis Ampliações da Planta Base**



Fonte: Autora, 2021.

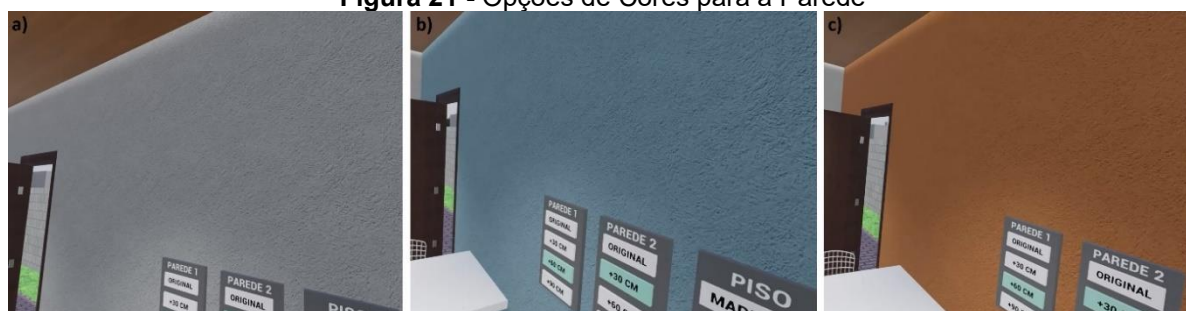
Quanto à escolha dos revestimentos e cores, foi proposto um menu com três opções tanto para os revestimentos do piso quanto para as cores de uma parede. O piso apresentava 3 opções de revestimento: a) laminado de madeira claro; b) laminado de madeira escuro e c) piso cerâmico na cor branca (Figura 21). Quanto a parede, foram propostas 3 cores: a) branco; b) azul e c) laranja (Figura 22).

**Figura 20 - Opções de Revestimento para o Piso**



Fonte: Autora, 2021.

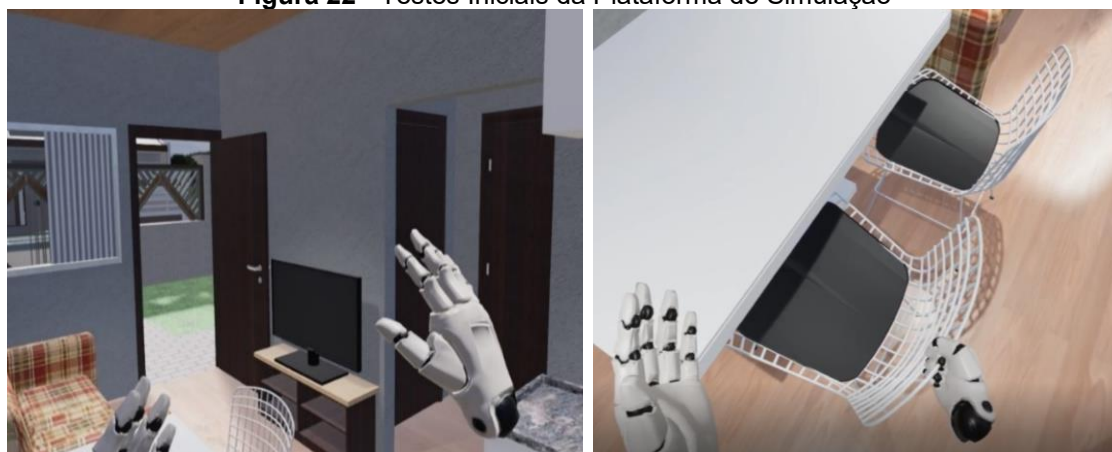
**Figura 21 - Opções de Cores para a Parede**



Fonte: Autora, 2021.

Testes iniciais foram realizados para certificar o correto uso dos comandos e garantir que a simulação estivesse funcionando adequadamente. Pequenos ajustes foram feitos no decorrer dos testes, visando deixar o manuseio da ferramenta o mais intuitivo e fácil possível.

**Figura 22 - Testes Iniciais da Plataforma de Simulação**



Fonte: Autora, 2020.

Testes finais foram realizados no local determinado para identificar possíveis complicações ou inconstâncias antes da realização das simulações com os participantes, assim como ajustar questões de posicionamento dos equipamentos e dos materiais utilizados durante o experimento.

**Figura 23** - Teste Final da Plataforma de Simulação no Ambiente



Fonte: Autora, 2021.

As etapas para aplicação das simulações serão descritas no item 5. Os resultados obtidos serão analisados dentre critérios de coleta de dados em conjunto com o participante através da percepção do espaço e usabilidade da ferramenta.

## 5 APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO

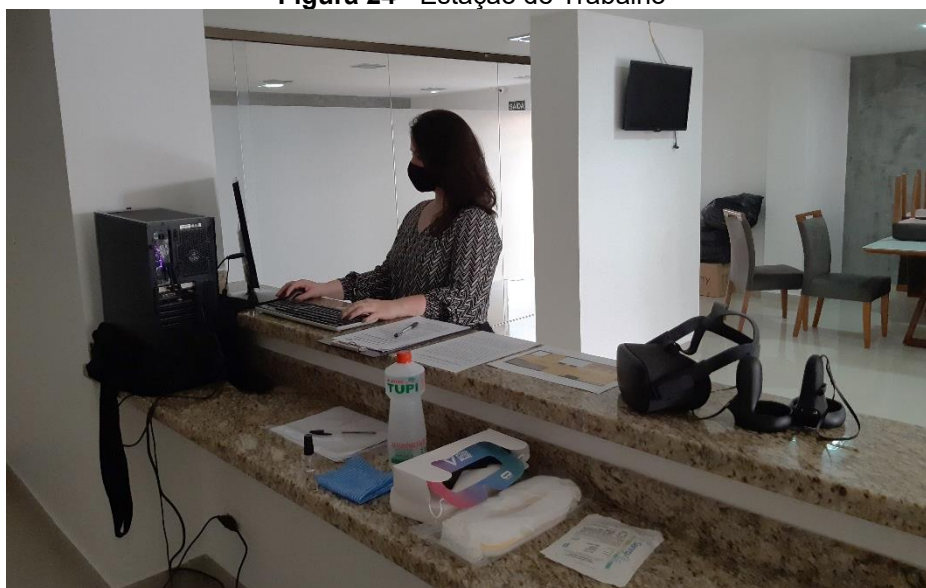
Esta etapa consiste na avaliação do artefato por meio de simulações dentro do ambiente virtual imersivo. As simulações foram divididas em 2 etapas, onde cada uma auxiliará na reelaboração e no aperfeiçoamento do roteiro, visando uma condução adequada da simulação e na correta interpretação do questionário. A sequência de procedimentos inicia-se no Estudo Experimental, o qual foi realizado com um arquiteto do grupo de pesquisa (item 5.1), e posteriormente, a Simulação Final (item 5.2) com os profissionais da área de projeto.

**Quadro 6 - Etapas das Simulações**

	<b>OBJETIVO</b>	<b>PARTICIPANTES</b>	<b>CONTRIBUIÇÕES</b>
<b>ESTUDO EXPERIMENTAL</b>	Propor uma avaliação inicial das ideias propostas na simulação. Esta etapa permitiu validar as abordagens que serão aplicadas na simulação com os arquitetos. Apresenta caráter exploratório.	O estudo experimental foi realizado com um arquiteto participante do grupo de pesquisa.	Foi possível identificar erros, inconsistências e dificuldades de interpretação das questões, assim como na simulação. Os erros encontrados foram corrigidos antes da aplicação definitiva.
<b>SIMULAÇÃO FINAL</b>	Validar o artefato proposto através da simulação final em conjunto com os profissionais da área de projeto. As perguntas já estarão estruturadas e serão realizadas conforme o protocolo estabelecido.	A simulação final foi realizada com 10 participantes, os quais são profissionais e especialistas em projeto de AEC.	Foi realizada uma avaliação final do artefato através da sistematização das respostas do protocolo de aplicação, encaminhando para o desenvolvimento final do artefato a ser aplicado com usuários.

Fonte: Autora, 2021.

As simulações foram realizadas em um espaço amplo e sem obstáculos para garantir a segurança dos participantes. Os equipamentos utilizados para a realização da simulação foram: desktop; os óculos de RV Oculus Quest; os controles remotos; protocolo para aplicação da simulação; Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; planta baixa impressa do projeto; materiais de higienização. A estação de trabalho foi organizada com a mesma configuração em todas as etapas das simulações, conforme é possível visualizar na Figura 24.

**Figura 24 - Estação de Trabalho**

Fonte: Autora, 2021.

Os resultados obtidos foram analisados dentre critérios de percepção do espaço virtual e usabilidade da ferramenta proposta, onde os testes foram iniciados pelo Estudo Experimental, o qual será descrito a seguir. É importante ressaltar que, como se trata da metodologia DSR, o artefato será reformulado, se necessário, para as próximas etapas.

## 5.1 ESTUDO EXPERIMENTAL

O Estudo Experimental serviu para conferir a viabilidade técnica da ferramenta, possibilitando certificar o correto uso dos comandos e identificar limitações na simulação, as quais seriam posteriormente solucionadas e adaptadas.

Esta etapa foi estruturada para apresentar um caráter exploratório, sendo realizada com um participante do grupo de pesquisa para investigar as melhores alternativas para a condução do protocolo de aplicação em conjunto com profissionais de projeto, assim como testar o artefato e entender a dinâmica da simulação. Desta forma, esta etapa também permitiu gerar discussões sobre o encaminhamento da simulação e indicar direcionamentos para as etapas seguintes.

**Figura 25** - Participante no Ambiente Virtual durante o Estudo Experimental



Fonte: Autora, 2021.

O protocolo aplicado no Estudo Experimental é composto por 5 etapas: Identificação do Perfil do Participante; Questões Preliminares; Questões de Percepção do Ambiente; Questões de Alteração do Projeto e Questões Finais.

Nesta etapa, foram explorados três aspectos principais para garantir o correto funcionamento do artefato: **a)** Teste do ambiente virtual; **b)** Funcionalidade da Ferramenta e **c)** Verificação do Protocolo de Aplicação da Simulação. Como resultado final desta etapa, ajustes foram realizados para readequar a plataforma de simulação para a próxima etapa.

#### **a) Teste do Ambiente Virtual**

O ambiente virtual proposto apresentou correto funcionamento nesta etapa, sendo possível estar imerso sem o uso de fios ou cabos, os quais poderiam limitar os movimentos dos participantes. Os móveis e equipamentos estavam adequados para a simulação e foi possível ter uma imersão total dentro do projeto simulado no ambiente virtual.

No que diz respeito às interações propostas, constatou-se que seriam necessárias pequenas modificações dos comandos dentro do motor de jogos devido aos problemas identificados, como: a falta de destaque (realce) do botão acionado nos menus dificultava a escolha do participante; a colisão entre os objetos estava abrupta; dificuldades em ativar o comando para pegar as maçanetas/puxadores de alguns móveis e equipamentos. Desta forma, foram necessárias reformulações para aperfeiçoar o funcionamento dos comandos e melhorar a manipulação do mobiliário

pelos usuários, garantindo uma experiência mais fácil e intuitiva com os futuros participantes.

#### **b) Funcionalidade da Ferramenta**

O Estudo Experimental possibilitou identificar alguns problemas funcionais da ferramenta, os quais geraram requisitos básicos para garantir o correto funcionamento e desempenho do ambiente virtual nas etapas seguintes.

No que diz respeito à conexão dos óculos à rede wi-fi, o participante constatou sentir certa vertigem nos primeiros minutos da simulação devido ao carregamento demorado do ambiente virtual. Foi possível solucionar o problema utilizando um repetidor de sinal wi-fi TP-Link TL-WA850RE. Para as simulações finais, foi necessário garantir uma conexão com alta potência para evitar vertigens e tonturas.

Outra questão foi o tempo de simulação, o qual se tornou um agravante pela quantidade de atividades realizadas durante o experimento. Devido às diversas interações propostas em uma única sessão de simulação, o participante comentou ser desconfortável ter ficado muito tempo dentro do ambiente virtual. Desta forma, foi necessário limitar o tempo de simulação e reduzir o número de interações e perguntas, uma vez que discutir diversos aspectos projetuais em uma única sessão de simulação pode cansar o participante.

#### **c) Verificação do Protocolo de Aplicação da Simulação**

Por fim, o Protocolo de Aplicação foi analisado e pequenas alterações foram realizadas para se adequar às demandas citadas anteriormente. O protocolo continuou apresentando as 5 etapas iniciais, onde somente algumas questões foram retiradas ou reformuladas para reduzir a duração da simulação e facilitar a compreensão pelo usuário.

Apesar dos problemas identificados, a ferramenta desenvolvida demonstrou um bom funcionamento durante a simulação realizada com o participante no Estudo Experimental e, após as reformulações citadas, a pesquisa avançou para a Simulação Final com os profissionais e especialistas em projeto.

## 5.2 SIMULAÇÃO FINAL

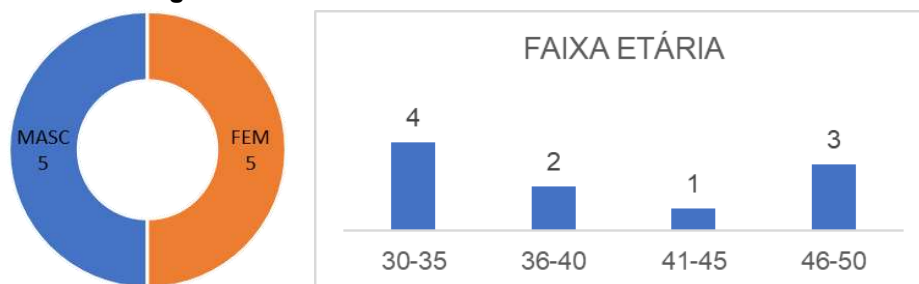
A Simulação Final consiste na última etapa de avaliação e validação do artefato proposto para esta pesquisa, a qual trouxe os resultados finais da simulação dentro do ambiente virtual em conjunto com os profissionais e especialistas em projeto de AEC. Nesta etapa, as simulações permitiram verificar as perguntas a serem realizadas e gerar discussões sobre o encaminhamento da simulação. Desta forma, este levantamento permitiu validar as abordagens que, posteriormente, serão aplicadas em simulações com os futuros usuários/clientes.

Por se tratar de um levantamento que envolve a participação de seres humanos, a pesquisa foi submetida à apreciação do Comitê de Ética da Universidade Estadual de Londrina, sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número: 42803521.3.0000.5231 e parecer número 4.669.653, podendo ser consultado no Apêndice C deste trabalho.

A aplicação das simulações finais foi realizada entre os meses de abril e maio de 2021, onde os encontros foram previamente agendados de acordo com a disponibilidade dos participantes. Para a aplicação desta etapa, o Protocolo de Aplicação foi modificado de acordo com as considerações realizadas no Estudo Experimental, onde este continuou apresentando as 5 etapas definidas anteriormente: Identificação do Perfil do Participante; Questões Preliminares; Questões de Percepção do Ambiente; Questões de Alteração do Projeto e Questões Finais, o qual pode ser consultado no Apêndice A deste trabalho.

Antes de iniciar as simulações, todos os participantes foram orientados sobre os objetivos e finalidades da simulação, estando aptos a participar mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B). A partir deste momento, foram adotadas todas as instruções do Protocolo de Aplicação.

As perguntas iniciais tinham como objetivo identificar o perfil dos participantes. A Simulação Final foi realizada com 10 arquitetos e profissionais em projeto, onde o público foi metade masculino (50%) e metade feminino (50%) com idade entre 30 e 49 anos, tendo como atuação majoritária os projetos residenciais (Figura 26).

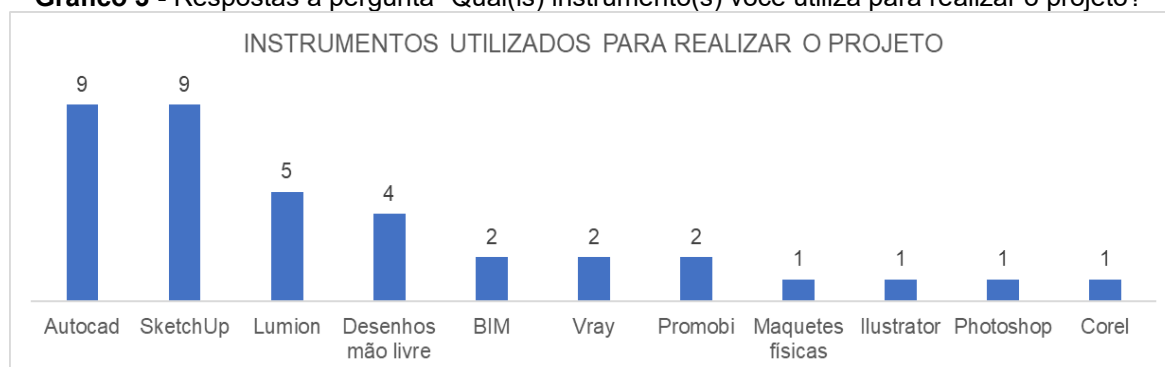
**Figura 26** - Perfil dos Usuários: Gênero e Faixa Etária

Fonte: Autora, 2021.

**Figura 27** - Participantes durante a Simulação no Ambiente Imersivo

Fonte: Autora, 2021.

Quando questionado sobre quais são os instrumentos utilizados pelos arquitetos para a realização dos projetos, a grande maioria respondeu utilizar os programas AutoCAD e o SketchUp como principais ferramentas de trabalho, seguidas pelo Lumion e Desenhos à mão livre (Gráfico 3). Vale ressaltar que, apesar da plataforma BIM ser pouco citada, outros 2 participantes afirmaram estarem tentando implementar este sistema em seus escritórios. Percebe-se que nenhum arquiteto mencionou a utilização de ferramentas de tecnologias imersivas nesta etapa do projeto.

**Gráfico 3** - Respostas à pergunta "Qual(is) instrumento(s) você utiliza para realizar o projeto?"

Fonte: Autora, 2021.

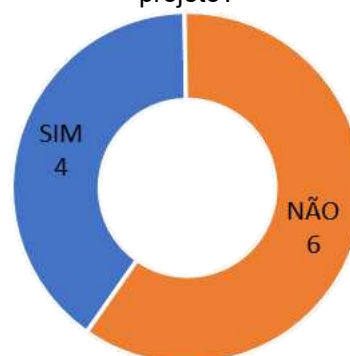
Quando questionado sobre como o arquiteto interage com o cliente, os instrumentos que mais se destacaram foram: conversas, 3D no computador e desenhos à mão livres, seguidos de imagens renderizadas e desenhos técnicos (Gráfico 4). Algumas outras ferramentas foram citadas pelos arquitetos, como briefing e vídeos renderizados, mostrando como a interação com o cliente é realizada por meio de ferramentas diversas de acordo com a abordagem escolhida pelo arquiteto. Aqui é importante ressaltar novamente a ausência de instrumentos de ambientes virtuais imersivos para a comunicação com o cliente/usuário.

**Gráfico 4** - Respostas à pergunta "Como você interage com o seu cliente para coletar as informações do projeto?"

Fonte: Autora, 2021.

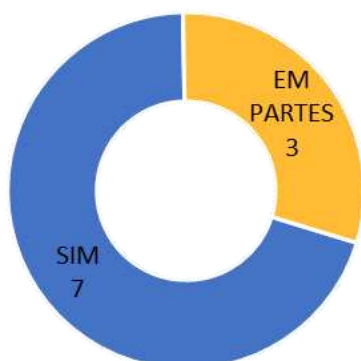
Dos arquitetos entrevistados, 4 disseram conhecer alguma metodologia de projeto a qual o cliente participa e interage na elaboração do projeto, citando a utilização de instrumentos como conversas, diagramas, briefings, visitas e reuniões como parte das metodologias aplicadas. Entretanto, 6 disseram não conhecer nenhuma metodologia, conforme Gráfico 5.

**Gráfico 5** - Respostas à pergunta "Você conhece alguma metodologia de projeto a qual o cliente participa e interage na elaboração do projeto?"



Fonte: Autora, 2021.

**Gráfico 6** - Respostas à pergunta "Você acha viável que a participação do cliente no projeto possa acontecer de forma mais interativa?"

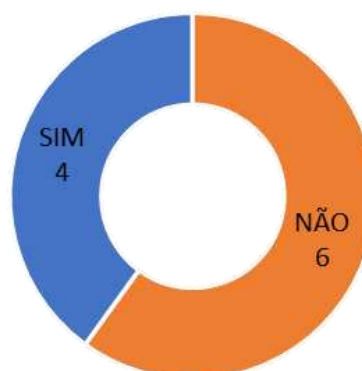


Fonte: Autora, 2021.

Quando perguntado se eles acham viável que a participação do cliente no projeto possa acontecer de forma mais interativa, modificando e sugerindo aspectos do projeto, 7 responderam 'Sim' e apenas 3 responderam 'Em partes'. Quando questionado o porquê, os arquitetos disseram ser difícil e desafiador inserir os clientes nas etapas iniciais do projeto.

Dos 10 arquitetos entrevistados, apenas 4 tiveram contato com a RV antes desta experiência (Gráfico 7). O contato anterior se deu por meio de visitas à apartamentos virtuais decorados; para visualização do projeto; durante disciplinas nos cursos de pós-graduação e em breves contatos com a construtora em que o arquiteto trabalhou.

**Gráfico 7** - Respostas à pergunta "Você já teve contato com a Realidade Virtual?"



Fonte: Autora, 2021.

Quando questionado sobre a importância da participação dos usuários/clientes durante as concepções iniciais do projeto, os participantes foram unânimes: todos responderam ser extremamente importante a participação dos usuários nestas etapas iniciais do projeto.

Após o primeiro contato com os participantes para identificação dos perfis, iniciou-se a simulação dentro do ambiente virtual imersivo para análise das questões pré-estabelecidas. O participante iniciou a simulação no ponto determinado na Figura 28 abaixo, tendo como vista inicial a sala e, ao fundo, a cozinha (Figura 29).



Fonte: Autora, 2021.



Fonte: Autora, 2021.

Após garantir que os óculos estivessem bem posicionados e o participante não sentisse nenhum tipo de desconforto, era iniciada a simulação. A seguir, serão apresentados os resultados dos dados coletados.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises dos dados obtidos na Simulação Final com os profissionais e especialistas em projeto de AEC foram organizadas em eixos temáticos para melhor compreensão dos resultados. As discussões iniciam-se pela Avaliação e Modificação do Projeto no Ambiente Virtual, seguido pela Representação e Escolha dos Revestimentos e Cores e, por fim, pela Usabilidade dos Óculos e Controles. Ao final, foram expostas as discussões finais da Plataforma de Simulação de acordo com as respostas e opiniões dadas pelos participantes para as questões finais.

### 6.1 AVALIAÇÃO E MODIFICAÇÃO DO PROJETO NO AMBIENTE VIRTUAL

Um dos objetivos da ferramenta desenvolvida neste trabalho é conseguir promover a discussão entre o arquiteto e o usuário sobre o projeto realizado e representado no ambiente virtual. Desta forma, foi proposta uma avaliação do projeto por meio da análise do espaço ambiental e, posteriormente, das interações com os equipamentos e mobiliário. As atividades e comandos propostos serviram como incentivo para que o participante interagisse com o projeto, assim como as perguntas realizadas durante a aplicação promoveram um maior envolvimento dos participantes na análise do espaço no ambiente virtual. Apesar da pesquisa não ter sido aplicada com os clientes/usuários finais, esta etapa permitiu que os arquitetos analisassem a aplicabilidade da ferramenta proposta, assim como validassem este novo instrumento no processo de comunicação com os seus clientes.

A simulação dentro dos óculos de RV teve início em uma primeira análise geral do ambiente virtual projetado. Inicialmente, foi solicitado que o participante explorasse livremente os cômodos e, em seguida, realizasse algumas atividades básicas como fechar e abrir as portas da geladeira, dos armários e do fogão. Para fomentar a discussão do projeto, as primeiras perguntas realizadas abordavam aspectos gerais com análises focadas na circulação, dimensionamento e disposição do mobiliário nos cômodos. Também foram realizadas perguntas mais específicas, como o dimensionamento de sofá e área de trabalho de pia, para incentivar a exploração e análise dos equipamentos.

A primeira pergunta nesta etapa foi relacionada ao espaço disponível entre os móveis (circulação) de ambos os cômodos, analisando as dimensões

usualmente utilizadas em projetos de habitações com dimensionamentos mínimos. As respostas apontam que o espaço disponível na cozinha foi majoritariamente considerado 'Muito pequeno' (5) e 'Pequeno' (4), com apenas uma resposta sendo 'Razoável'. Já o espaço da sala foi considerado 'Razoável' por 7 participantes, seguido por 'Pequeno' (2) e 'Muito pequeno' (1). Analisando de uma forma geral, os participantes definiram o dimensionamento mínimo dos ambientes conjugados como 'Pequeno' e 'Razoável', conforme é possível analisar no Gráfico 8.

**Gráfico 8** - Respostas à pergunta "Como você considera o espaço entre os móveis (circulação)?"



Fonte: Autora, 2021.

Posteriormente, foi questionado se o participante considerava a posição dos móveis adequada, de acordo com as análises feitas na exploração inicial. É possível analisar no Gráfico 9 que a posição dos móveis na cozinha não foi considerada adequada por 7 participantes, seguida de 2 respostas para 'Em partes' e apenas uma resposta 'Sim'. Já a sala obteve uma resposta positiva, onde 6 participantes consideraram a posição dos móveis adequada, 3 responderam 'Em partes' e apenas um participante respondeu 'Não'.

Para as respostas 'Não/Em partes', foi questionado qual era o motivo e quais eram os móveis inadequados. Em relação à cozinha, 7 participantes disseram achar a posição dos móveis inadequada devido ao conflito entre a geladeira e o fogão, uma vez que era impossível abrir a porta da geladeira e a porta do forno ao mesmo tempo, assim como o acesso ao interior da geladeira era complicado, conforme é

possível analisar na Figura 30.

**Gráfico 9** - Respostas à pergunta "Você acha que a posição dos móveis é adequada?"



Fonte: Autora, 2021.

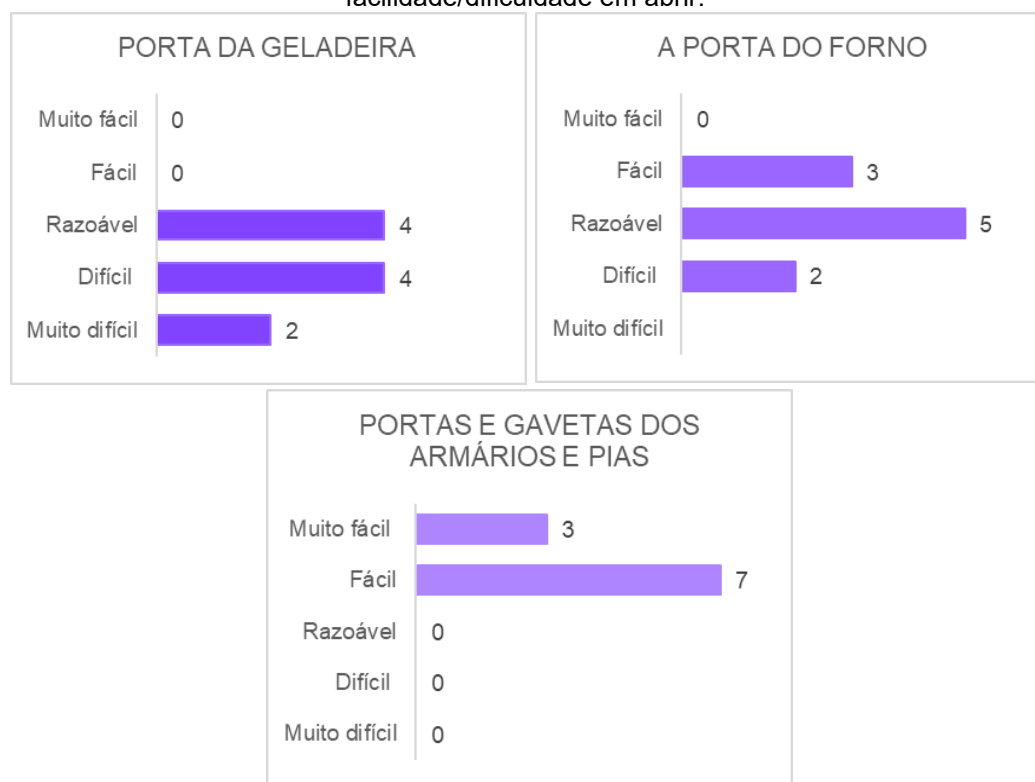
**Figura 30** - Conflito entre a Porta da Geladeira e a Porta do Forno



Fonte: Autora, 2021.

Quando perguntado qual foi o nível de facilidade/dificuldade em interagir com os equipamentos em relação ao espaço disponível, os participantes responderam ser 'Muito difícil' (2), 'Difícil' (4) e 'Razoável' (4) abrir a porta da geladeira devido à sua posição no leiaute da casa e à falta de espaço para circulação, o que também refletiu na análise do forno: apesar de ter sido mais fácil realizar a atividade, a maioria dos participantes respondeu ser 'Razoável' (5) o nível de facilidade em abrir a porta do forno. Quanto às portas e gavetas dos armários e pias, os participantes responderam ser 'Fácil' (6) e 'Muito fácil' (3) pelo projeto não apresentar nenhum tipo de conflito ou obstáculo em frente à pia.

**Gráfico 10** - Respostas à pergunta "Em relação ao espaço disponível na cozinha, qual foi o nível de facilidade/dificuldade em abrir:"



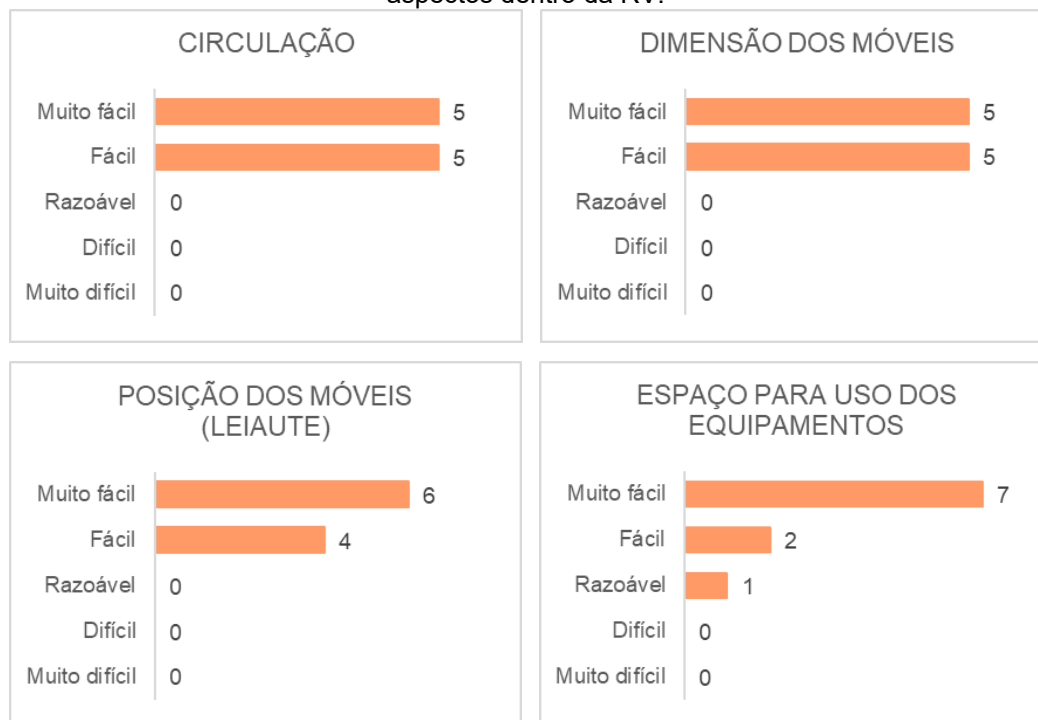
Fonte: Autora, 2021.

Ainda analisando o mobiliário dos ambientes, foi questionado qual objeto, móvel ou equipamento os participantes acharam que faltou ser simulado dentro do ambiente virtual. Por se tratar de uma pergunta aberta, várias respostas foram dadas de acordo com a vivência e experiência dos participantes. Dentre os equipamentos mais citados, estavam: micro-ondas, exaustor para o fogão e liquidificador. Alguns móveis também foram citados, como: apoio da sala ou mesa de centro; maior quantidade de cadeiras na mesa de jantar; cortinas para as janelas; pratos e copos; lixeira; escorredor; utensílios; decoração em geral. Também foi mencionado a necessidade de aumentar a janela da cozinha, pois alguns participantes a consideraram muito estreita. Alguns detalhes particulares também foram citados: um participante mencionou faltar interruptores e tomadas no ambiente simulado, assim como uma escala humana para melhorar a análise das proporções dos móveis.

Por finalizar a análise do projeto, foi questionado sobre o nível de facilidade/dificuldade em analisar alguns aspectos dentro da RV. As respostas foram positivas, em sua maioria dizendo ser "Muito fácil" e "Fácil" analisar a circulação dos

ambientes; a dimensão dos móveis; a posição do mobiliário e o espaço para uso dos equipamentos (abrir e fechar portas e gavetas), tendo apenas uma resposta 'Razoável' para este último aspecto, conforme é possível analisar no Gráfico 11.

**Gráfico 11** - Respostas à pergunta "Qual foi o nível de facilidade/dificuldade em analisar os seguintes aspectos dentro da RV:"



Fonte: Autora, 2021.

A partir das análises feitas do projeto, foram propostas algumas modificações do ambiente no intuito de melhorar os conflitos apontados pelos participantes. Nesta etapa, as modificações foram realizadas pelos próprios arquitetos dentro do ambiente virtual, de acordo com a ordem das interações no Protocolo de Aplicação.

Após explicar como funcionavam os comandos de interação, a primeira modificação proposta foi a alteração da posição do mobiliário, sendo possível modificar a posição de todos os móveis e equipamentos presentes no ambiente virtual. As Figuras 31 e 32 demonstram duas opções diferentes de leiautes realizadas por dois participantes, onde o primeiro optou pela troca de posição da geladeira com o fogão, e o segundo optou por uma alteração na posição de todos os móveis e equipamentos da cozinha.

**Figura 31** - Leiaute proposto pelo participante

Fonte: Autora, 2021.

**Figura 32** - Leiaute proposto pelo participante

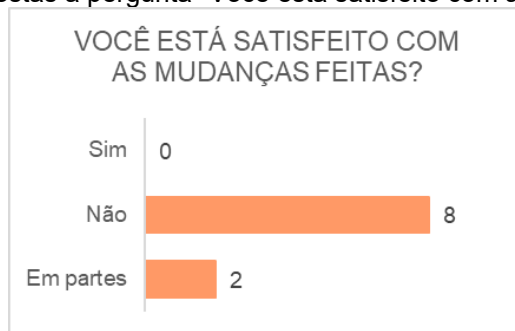
Fonte: Autora, 2021.

Após esta primeira modificação do projeto, foi questionado aos participantes se a alteração da posição dos móveis permitiu melhorar a circulação do ambiente e o espaço para uso dos equipamentos, conforme é possível observar no Gráfico 12 abaixo. Percebe-se que a maioria dos participantes não achou que as mudanças permitiram melhorar a circulação do ambiente, onde 7 participantes responderam 'Não', 2 responderam 'Em partes' e apenas 1 respondeu 'Sim'. Como justificativa, os participantes afirmaram que o conflito entre os móveis da cozinha não tinha sido solucionado devido ao tamanho reduzido do cômodo. Já em relação ao espaço para uso dos equipamentos, 6 responderam não ter melhorado este aspecto devido ao mesmo motivo, enquanto 4 responderam ter melhorado.

**Gráfico 12** - Respostas à pergunta "A alteração da posição dos móveis permitiu melhorar:"

Fonte: Autora, 2021.

Baseado somente nas alterações feitas no leiaute do mobiliário, foi questionado se o participante estaria satisfeito com as mudanças realizadas (Gráfico 13). A maioria dos participantes não ficou satisfeita, onde 8 participantes responderam 'Não' e 2 responderam 'Em partes', sem nenhuma resposta positiva. Como justificativa, o tamanho do ambiente foi o principal fator dificultador citado por eles, o que impossibilitou resolver os conflitos previamente apontados.

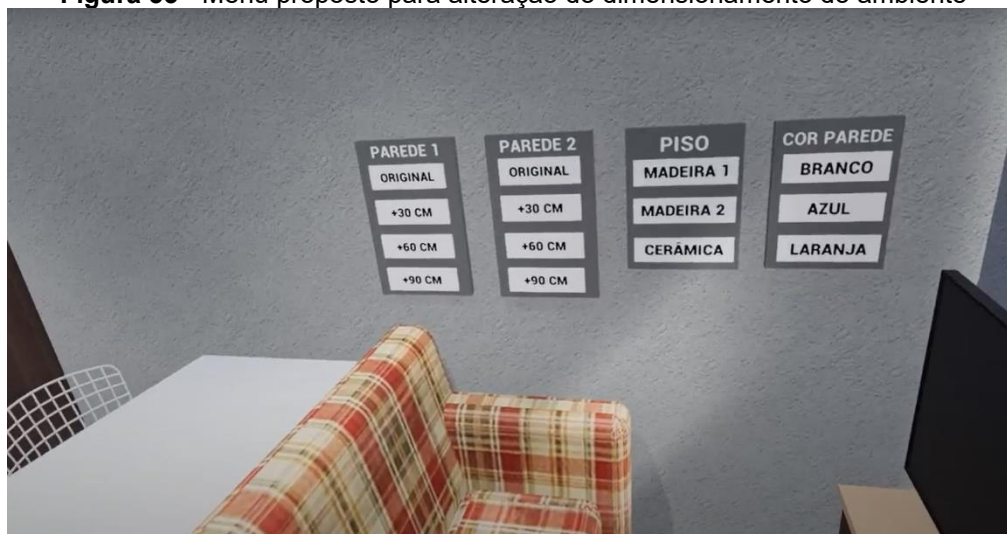
**Gráfico 13** - Respostas à pergunta "Você está satisfeito com as mudanças feitas?"

Fonte: Autora, 2021.

A última interação proposta foi o redimensionamento dos cômodos. Nesta etapa das modificações, o intuito era selecionar uma dimensão mínima adequada para comportar todos os móveis presentes e garantir a satisfação dos participantes com o leiaute final proposto. A partir da opção escolhida, o participante poderia realizar uma nova mudança na posição do mobiliário de acordo com o novo dimensionamento do ambiente.

Desta forma, o menu estava disponível em uma das paredes da casa, possibilitando o aumento da largura e do comprimento em 30cm, 60cm ou 90cm, não necessariamente juntos, conforme é possível analisar na Figura 33 e 34.

**Figura 33** - Menu proposto para alteração do dimensionamento do ambiente



Fonte: Autora, 2021.

**Figura 34** - Opções de aumento do ambiente escolhidas pelos participantes



Fonte: Autora, 2021.

A partir das escolhas disponíveis, os participantes puderam escolher as dimensões que consideravam mais adequadas. Dessa forma, analisando o Gráfico 14 abaixo, percebe-se que foram necessários poucos aumentos no comprimento para garantir uma dimensão adequada – um participante optou por manter a dimensão original, 7 participantes aumentaram 30cm no comprimento e 2 participantes aumentaram 60cm. Já na largura, foi necessário aumentos maiores – 4 participantes aumentaram somente 30cm, 5 participantes aumentaram 60cm e um participante aumentou 90cm para conseguir chegar em uma solução de projeto que considerasse adequada. Analisando as respostas dos participantes, conclui-se que grande parte dos conflitos registrados foram solucionados quando a dimensão dos cômodos foi aumentada, principalmente na largura.

**Gráfico 14 - Respostas à interação para aumento dos cômodos**



Fonte: Autora, 2021.

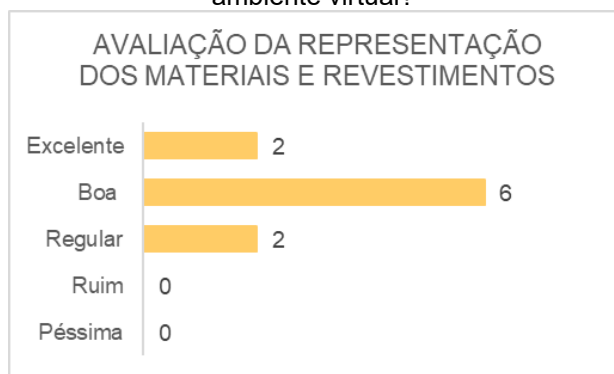
Novos ajustes no mobiliário foram realizados pelos arquitetos para se adequarem ao dimensionamento final proposto. No fim, todos os participantes declararam estarem satisfeitos com as mudanças realizadas e com a disposição final proposta do ambiente projetado.

Desta forma, foi possível constatar que esta interação apresentou grandes contribuições ao promover um maior envolvimento dos participantes na análise do espaço no ambiente virtual, colaborando para a prática projetual colaborativa por fomentar a discussão de novas soluções de projeto por meio das diferentes propostas de leiautes.

## 6.2 REPRESENTAÇÃO E ESCOLHA DOS REVESTIMENTOS E MATERIAIS

Durante a simulação, também foram realizadas questões que permitiram ao participante analisar e avaliar a qualidade da representação dos materiais e revestimentos utilizados no modelo virtual, os quais estavam presentes nas paredes, piso, teto e mobiliário. De maneira geral, a maioria dos participantes avaliou como 'Boa' a representação dos materiais (6), seguidos de 2 respostas 'Excelentes' e 2 respostas 'Regular', conforme Gráfico 15 abaixo.

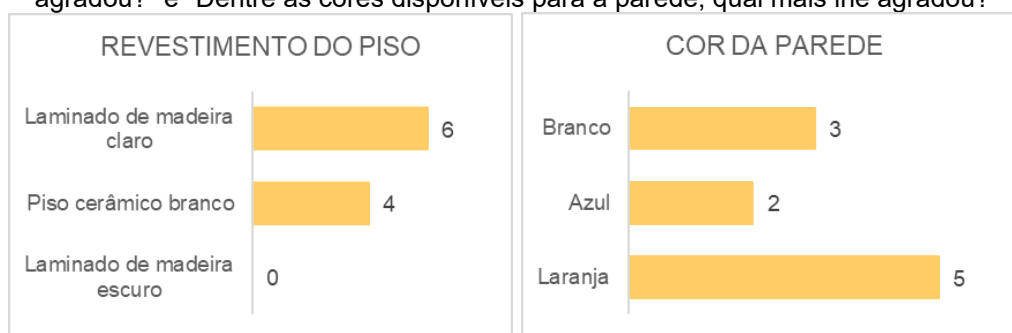
**Gráfico 15** - Respostas à pergunta "Como você avalia a representação dos materiais presentes neste ambiente virtual?"



Fonte: Autora, 2021.

Durante as modificações do projeto, foi proposto que os participantes escolhessem o revestimento do piso e a cor da parede que mais lhe agradassem. Quanto ao piso, o revestimento mais votado pelos participantes foi o 'Laminado de madeira claro' (6), seguido do 'Piso cerâmico branco' (4). Quando questionado o porquê da escolha dos pisos mais claros, os participantes responderam frases como "O ambiente ficou mais clean", "Ampliou o ambiente" e "Mais claro fica com a sensação de ser maior". Quanto à cor das paredes, as respostas foram variadas: 5 participantes preferiram a cor laranja, 3 participantes preferiram a cor branca e 2 participantes preferiram a cor azul.

**Gráfico 16** - Respostas às perguntas "Dentre os revestimentos disponíveis para o piso, qual mais lhe agradou?" e "Dentre as cores disponíveis para a parede, qual mais lhe agradou?"



Fonte: Autora, 2021.

**Figura 35** - Imagens do revestimento "laminado de madeira claro" e cor da parede "laranja"

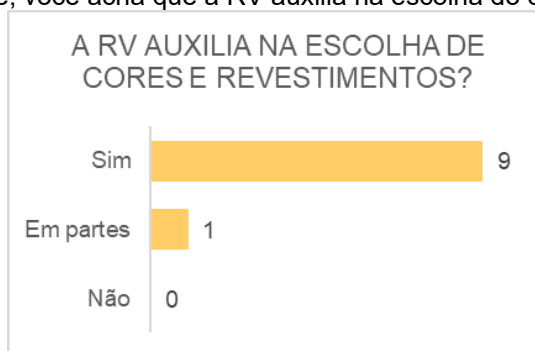


Fonte: Autora, 2021.

Apesar dos resultados apontados, percebe-se que esta questão é subjetiva e que os participantes levaram em consideração a preferência pessoal para a realização de suas escolhas, não focando necessariamente na qualidade da representação dos revestimentos e materiais representados no ambiente virtual.

Ainda sobre os revestimentos e materiais do projeto, foi questionado aos arquitetos se modificar as cores e revestimentos do piso e da parede por meio da RV auxiliaria na escolha do cliente. A grande maioria respondeu 'Sim', apresentando 9 respostas positivas, onde apenas um participante respondeu 'Em partes' (Gráfico 17).

**Gráfico 17** - Respostas à pergunta "Quanto à mudança de cores e revestimentos do piso e da parede, você acha que a RV auxilia na escolha do cliente?"



Fonte: Autora, 2021.

No quadro abaixo é possível analisar as respostas dadas à pergunta realizada. O participante cuja resposta foi 'Em partes' justificou ser necessário uma representação mais realista dos materiais simulados, característica que seus clientes consideram fundamental durante as consultas para definir os revestimentos e cores do projeto.

**Quadro 7** - Respostas à pergunta "34. Quanto à mudança de cores e revestimentos do piso e da parede, você acha que a RV auxilia na escolha do cliente?"

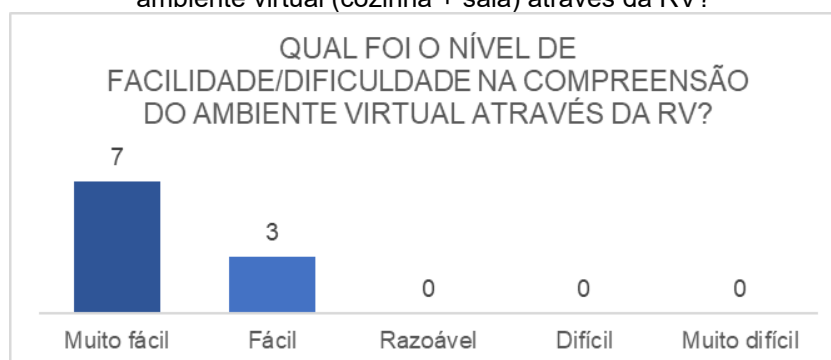
PARTICIPANTE	RESPOSTA	"POR QUE?"
1	Sim	"Dá para ver a cor na parede. Otimiza tempo, vê na hora as mudanças."
2	Sim	"Testar e ver o que gosta. Na obra, só dá para ver na hora. Não dá para imaginar no ambiente."
3	Sim	"Aproxima da realidade."
4	Sim	"É o aspecto que mais encanta o cliente."
5	Sim	"Para experimentar e fazer testes."
6	Sim	"Apesar da demanda em ter várias opções de revestimentos disponíveis dentro do modelo virtual, auxilia na escolha do cliente."
7	Sim	"O cliente consegue ver e analisar as várias opções. Presenciar, sentir a sensação de estar dentro do espaço."
8	Em partes	"É sempre uma aproximação. Gera expectativas irreais com os revestimentos mostrados na RV. Eu sempre utilizo renders hiper realistas no Vray para os clientes, pois eles pedem por isso."
9	Sim	"Muito. É a parte mais abstrata para o cliente, pois ele não consegue imaginar os revestimentos."
10	Sim	"Facilita, poupa tempo quando o cliente vê o resultado final."

Fonte: Autora, 2021.

### 6.3 USABILIDADE DOS ÓCULOS E CONTROLES

Após finalizar as questões relacionadas à avaliação e modificação do projeto no ambiente virtual, a simulação dentro do ambiente virtual foi encerrada e foram realizadas questões gerais que visavam analisar a facilidade e dificuldade dos participantes em utilizar os óculos e os controles. Primeiramente, foi questionado o nível de facilidade/dificuldade na compreensão do ambiente virtual através da RV, onde os participantes responderam ter sido 'Muito fácil' (7) e 'Fácil' (3).

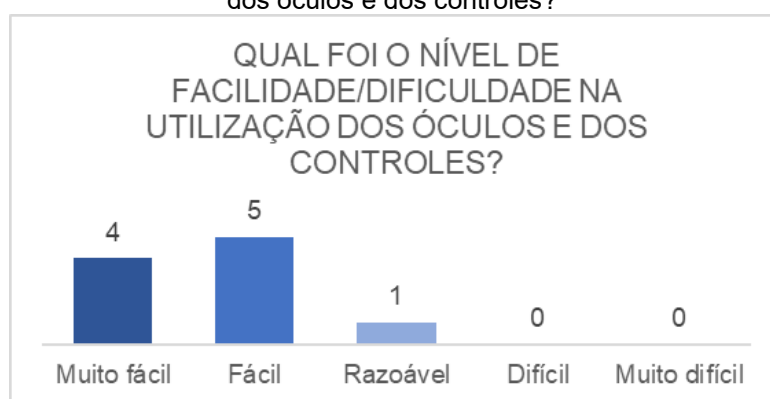
**Gráfico 18** - Respostas à pergunta "Qual foi o nível de facilidade/dificuldade na compreensão do ambiente virtual (cozinha + sala) através da RV?"



Fonte: Autora, 2021.

A questão seguinte visava verificar qual o nível de facilidade/dificuldade na utilização dos óculos e dos controles, de uma forma geral, durante as tarefas e interações propostas no Protocolo. A maioria dos participantes tiveram uma experiência positiva, onde 4 participantes responderam ter sido 'Muito fácil' e 5 participantes responderam ter sido 'Fácil', tendo apenas uma resposta como 'Razoável' (Gráfico 19).

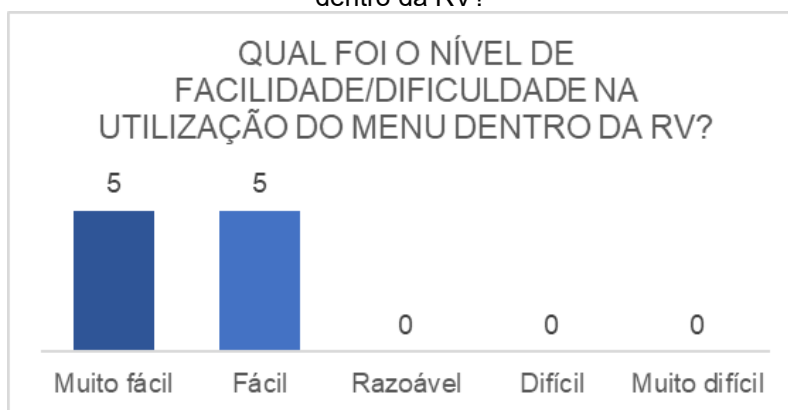
**Gráfico 19** - Respostas à pergunta "Em geral, qual foi o nível de facilidade/dificuldade na utilização dos óculos e dos controles?"



Fonte: Autora, 2021.

Seguindo a mesma análise de nível de facilidade/dificuldade, também foi questionado sobre a utilização do menu dentro da RV, tanto para escolha dos revestimentos e cores quanto para o redimensionamento dos cômodos. Novamente, a experiência dos arquitetos foi positiva e as respostas ficaram igualmente divididas entre as opções 'Muito fácil' (5) e 'Fácil' (5), conforme Gráfico 20.

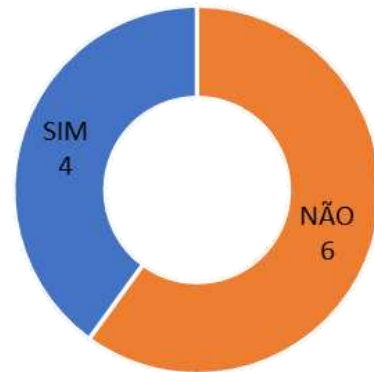
**Gráfico 20** - Respostas à pergunta "Qual foi o nível de facilidade/dificuldade na utilização do menu dentro da RV?"



Fonte: Autora, 2021.

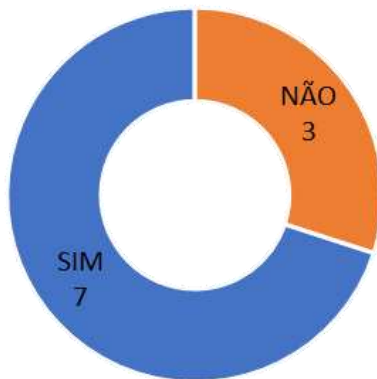
Quando questionado se o participante teve alguma dificuldade específica no uso dos óculos e dos controles, 4 responderam que 'Sim' e 6 responderam que 'Não' (Gráfico 21). Dentre as respostas positivas, os motivos citados foram: tonturas durante a simulação; óculos ficaram largos; dificuldade em posicionar os móveis no local desejado; dificuldade em entender os comandos.

**Gráfico 21** - Respostas à pergunta "Você teve alguma dificuldade específica no uso dos óculos e controles em alguma etapa do processo?"



Fonte: Autora, 2021.

**Gráfico 22** - Respostas à pergunta "Você sentiu algum tipo de desconforto no decorrer da simulação?"



Fonte: Autora, 2021.

Quando questionado se o participante sentiu algum tipo de desconforto durante a simulação, 7 participantes responderam 'Sim' e 3 participantes responderam 'Não'. Dentre as respostas positivas, os desconfortos citados foram: tontura, dor de cabeça, mal estar, náusea, desequilíbrio e desorientação. Entretanto, a maioria dos participantes declarou ter sentido apenas no final da simulação.

A partir das respostas dadas em relação às dificuldades e desconfortos e analisando a duração das simulações no ambiente virtual (Quadro 8), os participantes que responderam não terem sentido desconforto obtiveram o menor tempo dentro da RV, com duração entre 18 minutos a 27 minutos. Já os participantes com durações maiores, entre 25min a 43min, alegaram sentir desconforto durante a simulação.

**Quadro 8** - Duração das simulações dentro da RV

PARTICIPANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TEMPO DENTRO DA RV	28 min	27 min	43 min	35 min	25 min	25 min	18 min	32 min	25 min	31 min
SENTIU DESCONFORTO?	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM

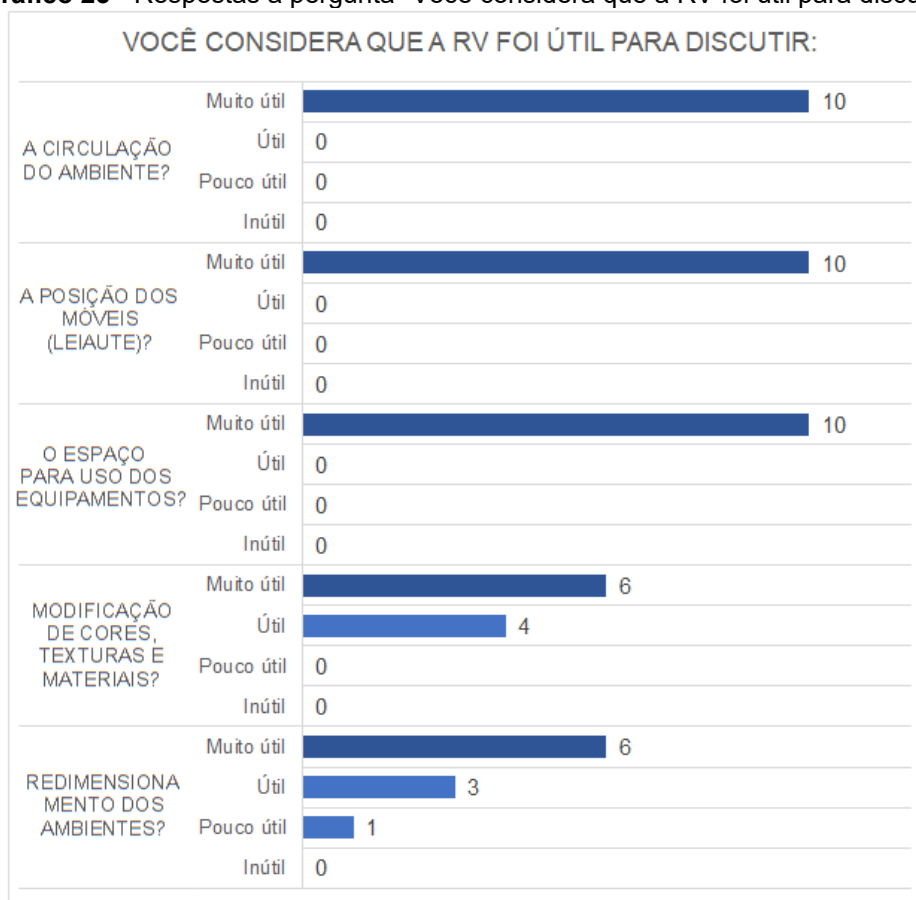
Fonte: Autora, 2021.

Desta forma, presume-se que a maioria dos participantes sentiu algum tipo de desconforto devido ao longo tempo imerso dentro da RV. Apesar dos participantes terem avaliado a ferramenta positivamente quanto ao nível de facilidade de uso, é necessário realizar simulações mais curtas e com uma menor quantidade de aspectos de projeto a serem discutidos durante as sessões.

#### 6.4 QUESTÕES FINAIS

Na última etapa do Protocolo de Aplicação, foram abordadas questões gerais sobre o uso da ferramenta virtual imersiva para discussão e análise do projeto representado no ambiente virtual. Primeiramente, foi questionado se o participante considera que a RV foi útil para discutir alguns aspectos de projeto durante a simulação, sendo possível conferir as respostas no Gráfico 23 abaixo.

**Gráfico 23** - Respostas à pergunta "Você considera que a RV foi útil para discutir:"



Fonte: Autora, 2021.

Analisando o Gráfico 23, os três primeiros aspectos obtiveram 100% dos resultados positivos, sendo eles: circulação do ambiente, posição dos móveis (leiaute) e o espaço para uso dos equipamentos (abrir e fechar portas e gavetas), onde todos os participantes responderam ter sido 'Muito útil' o uso da RV para sua discussão.

A modificação de cores, texturas e materiais também apresentou resultados positivos com 6 respostas para 'Muito útil' e 4 para 'Útil'. Já o redimensionamento dos ambientes apresentou 6 respostas para 'Muito útil', 3 respostas para 'Útil' e 1 resposta para 'Pouco útil'. Quando questionado o motivo ao participante que respondeu ter sido pouco útil, este afirmou que propor esta discussão dentro de uma simulação virtual pode dificultar a comunicação com o cliente por ser um aspecto mais complexo e complicado de ser analisado.

Para um maior entendimento das respostas dadas acima, foram realizadas questões específicas sobre os aspectos de projeto discutidos. A primeira questão visou identificar se o participante achou que mudar a posição dos móveis dentro da RV pôde contribuir para a discussão do projeto. As respostas e justificativas foram registradas no Quadro 9 abaixo.

**Quadro 9** - Respostas à pergunta "Quanto ao leiaute dos móveis, você acredita que mudar a posição dos móveis dentro da RV pode contribuir para discutir o projeto?"

PARTICIPANTE	RESPOSTA	"QUAIS ASPECTOS PODEM SER DISCUTIDOS?"
1	Sim	"Questão espacial, mesa, posição, se virar, mostrar circulação."
2	Sim	"Ver funcionalidade e distância, posicionamento, proporção."
3	Sim	"Melhoria de usabilidade, evitar conflitos."
4	Sim	"Circulação, distância, portas abrindo e fechando, dá para verificar se existem conflitos."
5	Sim	"Posicionamento, viabilidade de mudar a criar microáreas, analisar o funcionamento dos equipamentos e as aberturas das portas. Experimentar dessa forma é diferente, comparada ao modelo reduzido."
6	Sim	"Funcionalidade, tamanho, espaço de trabalho, viabilidade de leiautes diferentes."
7	Sim	"Separação do ambiente, organização do espaço, atividades ficaram mais claras."
8	Sim	"Instrumento bom para quando o cliente não tem noção do projeto. Mostra ao vivo os problemas. Ajuda a definir alturas, aberturas."
9	Sim	"Circulação, utilização dos equipamentos."
10	Sim	"Circulação, funcionalidade dos móveis (abrir e fechar portas)."

Fonte: Autora, 2021.

Todos os participantes responderam 'Sim' à pergunta feita. Quando questionado quais aspectos puderam ser discutidos, destacaram-se os seguintes aspectos: posicionamento do mobiliário; circulação; funcionalidade; distância; evitar

conflitos; proporção e usabilidade.

A questão seguinte focou no redimensionamento dos ambientes, onde buscou-se saber se o participante achou que aumentar a dimensão dos cômodos dentro da RV pôde contribuir para a discussão do projeto. As respostas e justificativas foram registradas no Quadro 10 abaixo.

**Quadro 10** - Respostas à pergunta “Quanto ao redimensionamento dos ambientes, você acredita que poder aumentar a dimensão dos cômodos dentro da RV pode contribuir para discutir o projeto?”

PARTICIPANTE	RESPOSTA	“QUAIS ASPECTOS PODEM SER DISCUTIDOS?”
1	Não	“Ficam muitas questões, não dá para discutir tudo com o cliente. Uma coisa é discutir o mobiliário com o cliente, outra é ver a parte de redimensionamento.”
2	Sim	“Ajustar o que não tá bom. Mudar leiaute, adicionar mais equipamentos e mobiliário.”
3	Sim	“Aumentando o ambiente, consegue ter melhor funcionalidade.”
4	Sim	“Poder modificar o leiaute do ambiente. Porém, a arquiteta disse que poderia fazer uma diferença maior se fosse possível mudar a posição e o sentido das portas e janelas. Realizar a simulação com diferentes leiautes de portas e janelas.”
5	Sim	“Possibilita viabilizar o que é mínimo. Existe uma dificuldade de mostrar para o cliente as vantagens em aumentar o ambiente em 30cm, 60cm. Dessa forma, é possível ter a prova real das vantagens que as mudanças possibilitam.”
6	Sim	“O cliente consegue entender e sentir as mudanças no ambiente quando se aumenta 30cm. Pode parecer pouco para ele, mas dentro do ambiente virtual ele consegue perceber a real diferença.”
7	Sim	“Principalmente na área da cozinha. Circulação; manuseio e uso dos eletrodomésticos.”
8	Sim	“Ajuda a convencer o cliente, principalmente quanto à questão financeira. Mostrar o que 30cm a mais numa sala poderia auxiliar no ambiente em função do acréscimo do custo da obra.”
9	Sim	“Circulação, utilização dos equipamentos.”
10	Sim	“Possibilita ver as mudanças que esses cm podem fazer na casa.”

Fonte: Autora, 2021.

De uma forma geral, as respostas foram positivas, onde 9 participantes afirmaram que poder aumentar a dimensão dos cômodos pode contribuir na discussão do projeto. Quando questionado quais aspectos puderam ser discutidos, destacaram-se os seguintes aspectos: modificação do leiaute; facilidade em mostrar mudanças para o cliente; funcionalidade e circulação. Ainda nesta questão, apenas um participante declarou ‘Não’, o qual justificou que ficariam muitas questões a serem discutidas com o cliente.

Por fim, foi questionado se o participante acredita que as interações dentro da RV, de uma forma geral, auxiliam na participação do cliente no processo de projeto. As respostas e justificativas foram registradas no Quadro 11 abaixo.

**Quadro 11** - Respostas à pergunta “Você acredita que as interações propostas na RV auxiliam a participação do cliente no processo de projeto?”

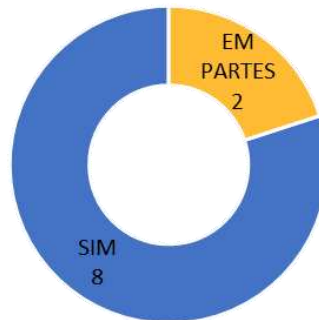
PARTICIPANTE	RESPOSTA	“POR QUE?”
1	Sim	“Dá para ter noção espacial da casa pronta, diferente dos desenhos 2D.”
2	Sim	“Porque o cliente já participa e visualiza o ambiente planejado como um todo, aspectos estéticos e funcionais.”
3	Sim	“Possibilidade do cliente ver pela visão do arquiteto. Está dentro do 3D. É possível ver detalhes. Antecipa o trabalho do arquiteto.”
4	Sim	“Ele consegue vivenciar o espaço pronto. Materializar é difícil. Mostrar alguns aspectos dentro da RV pouparia tempo e seria mais fácil para resolver.”
5	Sim	“Inserir na simulação faz que ele tenha a real sensação do ambiente. Por causa da facilidade de mexer no mobiliário, ele dá a resposta do que é certo para ele, de acordo com as experiências dele. Dessa forma, é possível chegar numa solução de layout que é adequada para ele, e que pode não ser adequada para mim (arquiteta).”
6	Sim	“Previne mudanças pós início de obra. O cliente só enxerga o projeto depois de pronto, então facilita ele ver no ambiente virtual.”
7	Sim	“Otimiza o tempo e o processo de projeto fica mais rápido.”
8	Em partes	“Transmitir a sensação espacial é muito difícil para o cliente entender. Nos mais jovens, com certeza seria sucesso. Porém, para a geração mais velha seria um problema. A geração mais nova é muito imediatista. Para casais com mais de 30 anos, com certeza usaria. Economizaria em tempo.”
9	Sim	“O cliente começa a ter uma noção mais precisa do que ele quer. É importante entender o que o cliente quer, porque muitas vezes nem ele sabe.”
10	Sim	“O cliente consegue entender o projeto mais facilmente.”

Fonte: Autora, 2021.

A maioria dos participantes respondeu ‘Sim’, apresentando 9 respostas positivas. Quando questionado o motivo, destacaram-se os seguintes aspectos: cliente consegue entender o projeto mais facilmente; vantagem do usuário em conseguir ter noção espacial do local; antecipar, otimizar e agilizar o tempo de trabalho do arquiteto e prevenir mudanças no projeto. Quando questionado o motivo ao participante que respondeu ‘Em partes’, este afirmou que os clientes com idades mais avançadas poderiam ter dificuldades em entender e manipular esta ferramenta.

Quando questionado aos participantes se os seus clientes conseguiriam realizar as interações dentro da RV, 8 participantes responderam ‘Sim’ e 2 participantes responderam ‘Em partes’ (Gráfico 24). Novamente, a justificativa dos participantes que responderam ‘Em partes’ foi a dificuldade que os clientes mais idosos poderiam ter ao manusear a ferramenta. Entretanto, apesar deste apontamento, todos os participantes afirmaram que utilizariam a simulação com os clientes se tivessem acesso à esta ferramenta.

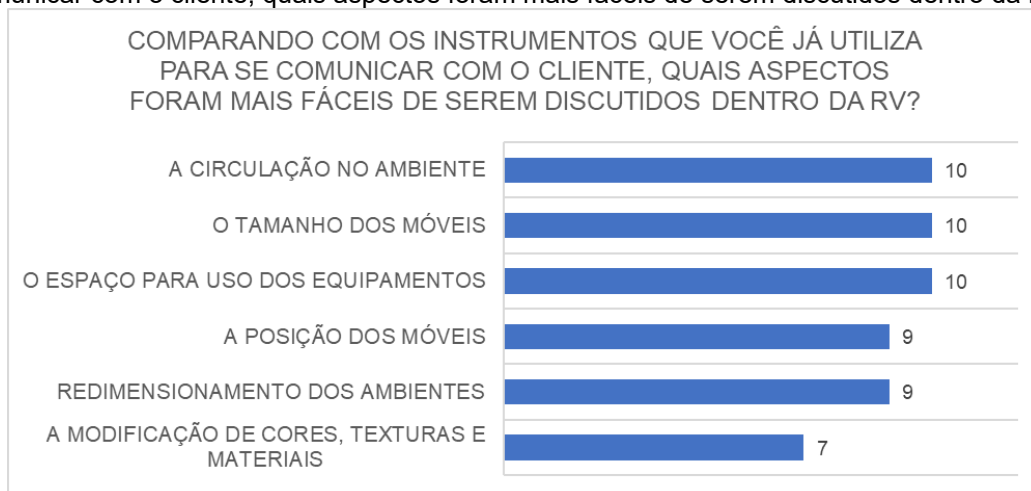
**Gráfico 24** - Respostas à pergunta "Você acredita que o seu cliente conseguiria realizar as interações da RV dentro do ambiente virtual?"



Fonte: Autora, 2021.

A pergunta seguinte visou identificar quais aspectos foram mais fáceis de serem discutidos dentro da RV quando comparados aos instrumentos já utilizados na comunicação com o cliente (Gráfico 25).

**Gráfico 25** - Respostas à pergunta "Comparando com os instrumentos que você já utiliza para se comunicar com o cliente, quais aspectos foram mais fáceis de serem discutidos dentro da RV?"



Fonte: Autora, 2021.

Analisando o Gráfico 25, os três primeiros aspectos obtiveram 100% dos resultados positivos, sendo eles: circulação do ambiente, tamanho dos móveis e o espaço para uso dos equipamentos. A posição dos móveis e o redimensionamento dos ambientes obtiveram 9 respostas positivas, enquanto a modificação de cores, texturas e materiais apresentaram 7 respostas positivas. Os participantes justificaram que o uso de outros instrumentos de representação conseguiria demonstrar melhor a escolha dos materiais, citando a utilização de imagens renderizadas realistas ou amostras dos materiais através de fornecedores e lojas de revestimento.

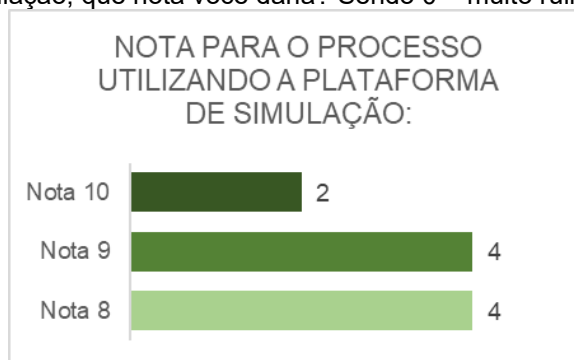
Quando questionado qual outro aspecto seria mais fácil ser analisado

dentro da RV, várias respostas foram dadas de acordo com a vivência e experiência dos participantes. Por se tratar de uma pergunta aberta, os aspectos citados por alguns participantes foram:

- Visão externa do projeto (entorno): Um participante justificou ser importante mostrar as paisagens fora da residência, o que pode justificar e reforçar algumas decisões de projeto (como a escolha dos modelos das esquadrias adequadas).
- Iluminação: Alguns participantes comentaram ser interessante conseguir analisar este aspecto dentro do ambiente virtual, assim como possibilitar analisar a iluminação natural e artificial presente no projeto.
- Diferentes aberturas das portas e janelas: Alguns participantes afirmaram ser importante mostrar diferentes aberturas para o cliente, como portas e janelas implantadas em locais diferentes na residência. Outro exemplo citado foi dar a opção de qual modelo o cliente pode escolher, como: porta de abrir, porta de correr ou porta basculante.
- Pé-direito: Um participante comentou que seria interessante poder discutir o pé-direito da casa, assim como propor o redimensionamento deste aspecto para uma melhor análise do ambiente.

Por fim, a questão final foi destinada à coleta da nota do participante para o experimento realizado na Plataforma de Simulação, sendo ela de 0 (muito ruim) a 10 (muito bom).

**Gráfico 26** - Respostas à pergunta “Se fosse dar uma nota de 0 a 10 para o processo utilizando a plataforma de simulação, que nota você daria? Sendo 0 – muito ruim e 10 – muito bom:”



Fonte: Autora, 2021.

**Quadro 12** - Respostas à pergunta "Se fosse dar uma nota de 0 a 10 para o processo utilizando a plataforma de simulação, que nota você daria? Sendo 0 – muito ruim e 10 – muito bom."

PARTICIPANTE	NOTA	"POR QUE?"
1	8	"Desconforto incomoda. Eu, como cliente, não gostaria de usar."
2	9	"Foi bom, apontou muitos aspectos, deu para discutir funcionalidade, estética, distância. Porém, a pessoa pode ter dificuldade e talvez não queira participar."
3	8	"Porque travou."
4	9	"Podia ser mais fácil. Talvez deixando pronta algumas configurações, como a posição dos móveis."
5	9	"Mexer o mobiliário com as posições já definidas facilitaria muito."
6	8	"Por causa do desconforto causado pela tontura."
7	10	"Pela facilidade, pela realidade, pela visualização."
8	8	"Seria interessante se os móveis não se movessem em todos os eixos (X, Y e Z), ficassem travados."
9	10	"Talvez sugeriria algumas complementações, mas é muito bom para o básico."
10	9	"Pequenos detalhes. Melhorar posição dos móveis quando mexer neles."

Fonte: Autora, 2021.

Os participantes que deram nota 10 enaltecem a facilidade da ferramenta, assim como evidenciaram a realidade proposta pela visualização dentro do ambiente virtual. Os demais participantes comentaram que a simulação apresentou um funcionamento adequado, mas alguns aspectos poderiam ter sido mais fáceis de serem manipulados. O mobiliário foi citado como exemplo pela maioria dos participantes, o qual poderia ter sido mais fácil de realocar no decorrer da simulação. Também foi citada a dificuldade que o usuário pode ter devido aos desconfortos e tonturas, e que este talvez não queira participar pelos motivos citados. Entretanto, de uma forma geral, a ferramenta foi bem avaliada e obteve notas altas, com poucas ressalvas e sugestões de melhoras dadas pelos participantes.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi desenvolvido em função da importância e necessidade em envolver os futuros usuários nas etapas iniciais do processo de projeto colaborativo. A partir da literatura consultada, foi possível comprovar a demanda por novas ferramentas que sirvam de apoio aos usuários, sendo essencial estabelecer uma comunicação clara e objetiva entre os interlocutores deste processo.

O objetivo deste estudo foi, portanto, desenvolver uma ferramenta que auxilie na coleta de informações com os usuários por meio de simulações virtuais imersivas e interativas durante o processo de Co-Design. Através da aplicação do Protocolo desenvolvido, foi possível investigar o potencial do uso dos Motores de Jogos em conjunto com a RV na prática de projeto colaborativo com foco em sua aplicabilidade, seus benefícios e suas limitações. Por se tratar de uma pesquisa composta pela metodologia *Design Science Research*, a validação do ambiente virtual desenvolvido foi uma etapa importante para explorar as potencialidades das simulações e garantir que o artefato apresentasse condições de atingir os objetivos inicialmente propostos.

É importante ressaltar que devido ao atual panorama da pandemia em função da Covid-19, a pesquisa apresentou limitações quanto à aplicação das simulações, as quais restringiram a quantidade de participantes que realizariam a Simulação Final. Dessa forma, não foi possível tirar conclusões assertivas sobre as simulações realizadas, uma vez que as respostas foram interpretadas pelo seu caráter qualitativo, e não quantitativo. Por se tratar de uma pesquisa que contou com um número limitado de participantes, os resultados encontrados apresentam uma visão preliminar que pode ser contestada ou reformulada em estudos futuros.

As análises se iniciam na etapa de identificação dos participantes, onde percebeu-se que a realização das simulações prévias com profissionais e especialistas em projeto na área de AEC apresentou grandes contribuições, uma vez que estes puderam agregar discussões produtivas quanto à dinâmica da simulação devido aos anos de experiência na profissão. As análises e críticas feitas indicaram as reformulações necessárias nas simulações para aplicá-las futuramente com os clientes/usuários.

Ainda sobre o perfil dos participantes, outra análise relevante foi a ausência do uso de instrumentos tecnológicos virtuais na prática projetual atual dos

arquitetos em seus escritórios. Ao analisar os instrumentos utilizados para a realização do projeto, nenhum arquiteto mencionou utilizar tecnologias virtuais imersivas em sua prática projetual, assim como também não as utilizam para se comunicar com os seus clientes. É possível deduzir algumas justificativas para este fato, como o alto custo dos materiais ou a falta de mão de obra para o desenvolvimento dos ambientes virtuais, mas se torna necessário estudos mais aprofundados sobre a prática projetual contemporânea para identificar os reais motivos.

Outro dado relevante foi a resposta unânime dos arquitetos quanto à importância da participação dos clientes nas etapas iniciais do projeto, os quais apontaram ser 'Extremamente importante'. Este aspecto reforça a necessidade de incluir os usuários de forma mais interativa no processo de projeto, além de incentivar o desenvolvimento de novas ferramentas que facilitem a obtenção de requisitos de projeto e estimulem a participação do usuário leigo.

Referente às etapas práticas da Simulação Final, as análises dos dados permitiram tecer algumas considerações acerca da utilização da RV em conjunto com os MJ como ferramenta de avaliação e modificação de projetos de arquitetura. Estas análises serão expostas a seguir, de acordo com os eixos temáticos apresentados no capítulo anterior.

No que diz respeito à avaliação do projeto, uma primeira exploração realizada de forma livre foi importante para que os participantes se adaptassem ao ambiente virtual e pudessem avaliar os cômodos sem maiores dificuldades, de forma rápida e objetiva. Por meio da exploração prévia e das atividades propostas (fechar e abrir as portas da geladeira, dos armários e do fogão), foi possível constatar que as dimensões mínimas utilizadas no projeto foram consideradas insuficientes e inadequadas para acomodar os móveis e equipamentos presentes na residência, visto que todos avaliaram o espaço geral disponível para circulação como 'Pequeno' e 'Razoável'.

Outro aspecto levantado durante a exploração foi a identificação dos conflitos projetuais existentes devido à disposição do mobiliário. Todos os participantes conseguiram facilmente identificar o conflito da geladeira com o fogão, assim como apontaram outras divergências projetuais, como o conflito entre as gavetas da pia e as cadeiras de jantar quando estiverem sendo utilizadas, e o tamanho do sofá, o qual foi considerado 'Pequeno'.

Estas constatações afirmam que o uso da RV foi eficiente na

discussão e análise da circulação, da posição e dimensão do mobiliário e do uso dos equipamentos, assim como permitiu identificar os conflitos projetuais existentes. Também é possível constatar que as questões aplicadas aos participantes durante a simulação foram eficientes na coleta dos dados em conjunto com o usuário.

O uso da RV também permitiu identificar quais objetos, móveis ou equipamentos faltaram ser simulados dentro do ambiente virtual, fato que pode ter comprometido o entendimento e análise completa do espaço projetado. Segundo a opinião de alguns participantes, a falta de alguns itens pode gerar uma análise equivocada do projeto, uma vez que os móveis não acomodariam todos os equipamentos utilizados diariamente pelos seus clientes. Dessa forma, recomenda-se que no futuro sejam adicionados comandos que incluam a interação do participante com outros utensílios da casa, como micro-ondas, escorredor de louça, produtos de limpeza e utensílios em geral. Proporcionar uma simulação com os demais objetos pode aproximar ainda mais esta experiência com a realidade, além de promover uma discussão em concordância com a experiência dos usuários.

Em relação às interações propostas para modificação do projeto, sendo elas a alteração do leiaute do mobiliário e o redimensionamento dos cômodos, estas apresentaram grandes contribuições ao fomentar a discussão do projeto. Além de permitir explorar diferentes soluções de projeto, também foi possível realizar modificações de forma rápida e prática por meio do uso do menu e dos comandos propostos, permitindo que os participantes estudassem o ambiente e propusessem diferentes leiautes para solucionar os problemas encontrados.

Entretanto, um fator que deve ser levado em consideração para pesquisas futuras é a readequação dos comandos dentro do MJ responsáveis pelo reposicionamento dos móveis dentro do ambiente virtual, assim como os comandos de abrir as maçanetas/puxadores. Grande parte dos participantes mencionou que não ter um leiaute dos móveis pré-estabelecido dificultou sua locomoção, visto que foi constatado certa dificuldade em alinhar os móveis ao chão e à parede ao alterar o posicionamento do mobiliário.

No que diz respeito à representação dos revestimentos e materiais, esta apresentou resultados positivos e foi bem avaliada. Nesta etapa, ao propor a escolha do revestimento do piso e da cor da parede, percebeu-se que a questão apresentou respostas subjetivas e que os participantes levaram em consideração a preferência pessoal para a realização de suas escolhas, não focando

necessariamente na qualidade da representação dos revestimentos e materiais no ambiente virtual.

Ainda sobre este aspecto, apesar da maioria dos participantes ter respondido que a RV auxilia na escolha dos clientes, um participante respondeu ser necessário uma representação dos materiais e revestimentos mais condizente com a realidade, pois estes podem ser interpretados equivocadamente quando exibidos somente no ambiente virtual. Uma possível solução para esta especificidade seria o uso combinado da RV em conjunto com outra representação, como amostras reais dos revestimentos e materiais, a fim de evitar erros nas definições do projeto. Desse modo, também recomenda-se um estudo mais aprofundado sobre este aspecto.

Durante a aplicação do Protocolo, também foi abordado sobre a usabilidade dos óculos e controles durante a simulação. De uma forma geral, a avaliação dos óculos foi positiva, onde majoritariamente os participantes consideraram ter sido 'Muito fácil' e 'Fácil' a utilização dos controles e do menu dentro do ambiente virtual. Entretanto, a implementação desta nova tecnologia na prática de projeto colaborativo pode se tornar desafiadora, uma vez que há a possibilidade dos clientes mais idosos se sentirem intimidados ou reprimidos quando solicitados a participarem das simulações. Segundo comentários dos arquitetos, devido à idade avançada e às dificuldades que possuem em manipular ferramentas tecnológicas, estes clientes podem não querer participar das simulações imersivas.

Apesar do feedback positivo quanto à facilidade do uso dos óculos, os resultados também evidenciaram que o longo tempo imerso no ambiente virtual gerou desconforto na maioria dos participantes. É possível deduzir que as respostas de alguns participantes podem ter sido influenciadas pelo desconforto proporcionado, uma vez que o respondente poderia estar cansado ou por querer finalizar a simulação mais rápido. Nesse sentido, uma alternativa seria a elaboração de sessões de simulação mais curtas, onde cada etapa seria responsável pela avaliação vinculada à apenas um aspecto, podendo ser ele: circulação, ergonomia, leiaute, iluminação ou conforto ambiental. Dessa forma, evita-se o desenvolvimento de questionários extensos que demandam um grande tempo imerso dentro do ambiente virtual e facilita a participação dos usuários nesta etapa.

Sobre a elaboração e aplicação do Protocolo, o caráter aberto de algumas questões possibilitou coletar novos aspectos para análise do ambiente projetado, os quais não tinham sido levados em consideração para a realização dos

comandos dentro da RV. Para pesquisas futuras, pode ser estudado a viabilização de estudos focados nos demais aspectos citados, como: iluminação e conforto; visão externa do projeto (entorno); estudo de diferentes propostas de esquadrias de portas e janelas; discussão das alturas e pé-direito da residência.

O quadro síntese a seguir apresenta as principais contribuições, limitações e sugestões das interações propostas no decorrer da simulação.

**Quadro 13** - Contribuições, Limitações e Sugestões para as Interações Propostas na Plataforma de Simulação

		CONTRIBUIÇÕES	LIMITAÇÕES	SUGESTÕES FUTURAS
INTERAÇÕES PROPOSTAS	RECONHECIMENTO ESPACIAL	Explorar livremente o ambiente e identificar os conflitos projetuais existentes. Houve sensação de real imersão dentro do projeto, sendo possível observar o ambiente sobre diversas perspectivas e ângulos.	Desconfortos e tonturas devido às falhas de transmissão. Algumas áreas da simulação estavam sem cobertura da rede wi-fi, provocando travamentos nos óculos.	Garantir uma conexão com alta potência para evitar falhas na transmissão ou demora no carregamento do ambiente virtual.
	INTERAÇÃO COM OS EQUIPAMENTOS	Permitir identificar conflitos de circulação e colisões entre o mobiliário, assim como é possível averiguar questões de ergonomia (alturas e acessibilidade dos móveis).	Dificuldade em ativar alguns comandos, como pegar as maçanetas e puxadores de alguns móveis.	Reformular os comandos no motor de jogos para facilitar a interação com os equipamentos durante a simulação.
	MODIFICAÇÃO DO LEIAUTE DO MOBILIÁRIO	Facilitar o desenvolvimento de diferentes leiautes com os móveis existentes e identificar possíveis melhoras na circulação do ambiente.	Dificuldade em posicionar os móveis alinhados à parede e ao chão devido à configuração de colisão do mobiliário.	Desenvolver posições pré-estabelecidas dos móveis para facilitar a modificação do leiaute durante a simulação.
	REDIMENSIONAMENTO DOS AMBIENTES	Permitir analisar os aumentos no dimensionamento da casa, assim como possibilitar a exploração de novos leiautes e da circulação dos cômodos.	Propor a discussão deste aspecto em conjunto com as outras interações pode sobrecarregar o participante.	Propor sessões de simulação mais curtas, onde cada etapa será responsável pela avaliação vinculada à apenas um aspecto de projeto.
	ESCOLHA DOS MATERIAIS	Escolher e analisar diferentes opções de revestimentos e cores de forma prática, fácil e rápida. Os materiais foram considerados realistas e o menu proposto facilitou a escolha do participante.	Possível interpretação equivocada dos materiais e revestimentos representados no ambiente virtual.	Propor uma dinâmica por meio do uso combinado da RV com outros tipos de representação, como imagens renderizadas hiper realistas ou amostras reais dos revestimentos e materiais.

Fonte: Autora, 2021.

## 7.1 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

Retomando o objetivo principal da pesquisa, este trabalhou contribuiu com uma reflexão sobre o uso de instrumentos tecnológicos imersivos na

comunicação entre projetista e usuário nas etapas iniciais de projeto em Arquitetura. A condição imersiva permitiu a tomada de decisões em diferentes situações durante a simulação, assim como propiciou um alto nível de interatividade que permitiu aos usuários explorar o espaço livremente e realizar a manipulação direta em alguns aspectos projetuais, proporcionando um profundo engajamento do participante com o ambiente virtual.

A validação do ambiente virtual desenvolvido foi um passo importante para explorar as potencialidades das simulações por meio dos MJ como ferramenta de projeto. Os recursos utilizados permitiram contribuir para a comunicação dos agentes envolvidos no processo de projeto colaborativo, proporcionando diversos benefícios como: diálogos mais interativos; recursos gráficos visuais em tempo real e de alta fidelidade; liberdade dos participantes em explorar os ambientes projetados; participação mais ativa nas alterações do projeto.

A plataforma interativa também provou ser amigável e fácil de usar, visto que o feedback dos arquitetos foi positivo durante a avaliação da ferramenta. Desta forma, partindo do cenário base desenvolvido neste estudo, será possível desenvolver diferentes cenários futuros e, assim, tornar o envolvimento do usuário no processo de projeto mais eficaz em comparação com as ferramentas e abordagens de projeto tradicionais.

Apesar das limitações deste estudo em relação ao número de participantes e às considerações apontadas acima, a análise dos resultados obtidos com a simulação revelou potenciais aspectos na percepção dos participantes que vivenciaram o ambiente em RV. Os comentários dos participantes destacaram a importância dos aspectos de usabilidade dos óculos na RV, especialmente quando nenhum treinamento sobre como usar os controles e menus foi fornecido a eles com antecedência. Suas percepções sobre as contribuições da simulação para o empoderamento dos seus clientes apoiam ainda mais a necessidade em compreender o potencial da RV como uma ferramenta no processo do Co-Design.

Por fim, conclui-se que as funcionalidades das tecnologias desenvolvidas e a experiência geral dos participantes qualificaram a Plataforma de Simulação Imersiva e Interativa como uma ferramenta de comunicação valiosa, amigável e intuitiva, a qual pode contribuir para a discussão das diretrizes dos projetos realizados em conjunto com os futuros usuários, assim como pode se tornar uma ferramenta prática para a realização do projeto e para avaliações arquitetônicas.

## 7.2 PESQUISAS FUTURAS

Apesar dos avanços tecnológicos das simulações virtuais no processo de projeto colaborativo, pouco se fala dos parâmetros necessários para assegurar um desempenho adequado das simulações virtuais imersivas e, assim, propiciar um ambiente confortável, seguro e que encoraja a participação dos futuros usuários.

Percebe-se que um grande desafio está na viabilização desta ferramenta para a prática projetual, uma vez que esta simulação necessita de pré-requisitos que, muitas vezes, os arquitetos não possuem. Além de ser necessário o uso de equipamentos eficientes e de alta performance (componentes adequados para os computadores de mesa e o modelo específico dos óculos sem fio), também é necessário realizar a simulação em um ambiente adequado, tendo disponível uma conexão com a internet estável e de alta potência. Estas características particulares podem dificultar, ou até mesmo inviabilizar, sua utilização em locais sem a infraestrutura necessária.

Também é necessário salientar que outro desafio está no desenvolvimento do ambiente virtual imersivo e interativo, uma vez que o uso dos programas de modelagem e dos Motores de Jogos demandam um entendimento específico dos softwares e exigem um conhecimento profundo sobre a criação e a programação de videogames. Dessa forma, se torna necessário um estudo mais aprofundado para aprimorar os conhecimentos dos programas e softwares e garantir um correto funcionamento dos ambientes virtuais e das interações elaboradas.

A partir das constatações realizadas, esta pesquisa aponta para diversos desdobramentos a serem desenvolvidos futuramente, os quais poderão dar continuidade à abordagem da metodologia DSR ao propor a reformulação do artefato, sempre que necessário, e encontrar as soluções mais satisfatórias aos problemas discutidos inicialmente.

Um possível desdobramento da pesquisa pode englobar a realização de protocolos mais curtos por meio da análise de aspectos específicos, como ergonomia; acessibilidade; dimensionamento; circulação; leiaute; iluminação e conforto ambiental. Estes aspectos permitiriam identificar as possibilidades de interação do usuário com o ambiente virtual para um possível levantamento de diretrizes projetuais. Estudos futuros podem ser projetados para investigar sistematicamente esses aspectos, assim como definir a melhor forma de estruturar os

protocolos para aplicações futuras.

Outro possível desdobramento está no estudo para a viabilização do uso dos MJ em conjunto com o BIM (*Building Information Modeling*), ferramenta que apresenta caráter inovador por fornecer uma grande quantidade de informações e dados de construção em conjunto com a modelagem do projeto. Pesquisas recentes (BUHAMMOOD et al, 2020; GEGANA, 2019) já apresentam estudos com foco na viabilização desta integração, onde se torna possível inserir os modelos realizados em BIM dentro dos softwares de jogos sem a perda dos dados e informações importantes dos projetos.

A partir das reformulações e desdobramentos previstos, estudos futuros também devem se concentrar na avaliação da plataforma de simulação do ponto de vista dos profissionais da área de AEC, os quais poderão continuar auxiliando nas discussões acerca da aplicabilidade dessa ferramenta nos processos de projeto e, da mesma forma, podendo ser incluídas em apresentações de projetos para clientes, em reuniões e na área da educação. Uma vez testados e aprovados pelos especialistas em projetos, a ferramenta poderá ser aplicada posteriormente em conjunto com os usuários para verificar quais informações poderão ser coletadas nas etapas iniciais de projeto.

Por fim, pode-se considerar que a contribuição principal desta pesquisa está no potencial do artefato desenvolvido quando for utilizado em conjunto com os usuários, o qual poderá atuar como agente facilitador na comunicação entre arquiteto e cliente/usuário no processo de projeto arquitetônico, além de se tornar um fomentador de reflexões quanto à captura dos requisitos e preferências dos futuros usuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALÃO, R. S. D. **Projeto e Complexidade. Reflexões sobre um design colaborativo.** 180p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- AZUMA, M. **Customização em massa de projeto de Habitação de Interesse Social por meio de modelos paramétricos.** 256p. Tese (Doutorado). São Carlos: Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo – DINTER USP/UEM/UEL, Universidade de São Paulo, 2016.
- 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.
- CAIXETA, M. C. B. F.; FABRICIO, M. M. **Métodos e Instrumentos de Apoio ao Co-Design no Processo de Projeto de Edifício.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 111-131, jan/mar 2018.
- CHAN, C. **Design Representation and Perception in Virtual Environments.** In: X. Wang & J. J.-H. Tsai (Eds.). Collaborative Design in Virtual Environments. Springer Netherlands, p. 29-40, 2011.
- CUPERSCHMID, A. R. M. **Realidade aumentada no processo de projeto participativo arquitetônico: desenvolvimento de sistema e diretrizes para utilização.** Tese (Doutorado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP. Campinas, 2014.
- DELIBERADOR, M. S.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **O Jogo como Ferramenta de Apoio ao Programa Arquitetônico de Escolas Públicas.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas – SP, v. 6, n. 2, p. 85-102, junho 2015. Disponível em <<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634985>>.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. **Design Science Research: Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia.** Porto Alegre: Bookman, 2015.
- EDWARDS, G.; LI, H.; WANG, B. BIM Based collaborative and interactive design process using computer game engine for general end-users. In: Visualization in Engineering, v.3, p. 1-17, 2015.
- ERIKSSON, J.; FRÖST, P.; RYD, N. **Mapping a framework for co-design in healthcare projects: An empirical study.** In: International Conference Arch, p. 1-18, 2012.
- FABRICIO, M. M.; ORNSTEIN, S. W. (Org). **Qualidade no Projeto de Edifícios.** 274p. São Carlos: RiMa Editora, ANTAC, 2010.
- FREITAS, M. R.; RUSCHEL, R. C. **Aplicação da Realidade Virtual e Aumentada em Arquitetura.** In: Arquiteturarevista, v.6, n.2, p. 127-135, julho-dezembro 2010.

GEGANA, G.; THIODORE, J.; GUNAWAN, F. **Study of Lighting and Material Iterations in Full Scale Model Using Virtual Reality and Interactive Architectural Representation**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 238. 2019.

GÜL, L. F. **Studying gesture-based interaction on a mobile augmented reality application for co-design activity**. Journal on Multimodal User Interfaces, v. 12, n. 2, p. 109-124, 2018.

HARTWICK, J.; BARKI, H. **Communication as a dimension of user participation**. IEEE Transactions on Professional Communication, Montréal, v. 44, n. 1, março 2001.

IMAI, C.; FABRICIO, M. M. **Desenvolvimento de modelo físico de simulação espacial em projetos de HIS**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.20, n.1, p. 423-440, jan./mar. 2020.

IMAI, C. **O Sonho da Moradia no Projeto: O uso da maquete arquitetônica na simulação da habitação social**. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, ed. 1, 2010.

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

KIM, M.J.; WANG, X.; LOVE, P.E.D.; LI, H; KANG, S.-C. **Virtual Reality for the Built Environment: A Critical Review of Recent Advances**. In: ITcon, v.18, p. 279-305, 2013.

KIRNER, C.; KIRNER, T. G. **Development of an educational spatial game using an augmented reality authoring tool**. Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications, v. 3, p. 602-611, 2011.

KULIGA, S. F.; THEASH, T.; DALTON, R.C.; HÖLSCHER; C. **Virtual reality as an empirical research tool – Exploring user experience in a real building and a corresponding virtual model**. In: Computers, Environment and Urban Systems, v.54, p.363-375. Elsevier, 2015.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção**. In: Gest. Prod., São Carlos, v.20, n.4, p. 741-761, 2013.

MALARD, M. L.; CONTI, A.; SOUZA, R. C. F.; CAMPOMORI, M. J. L. Avaliação pós ocupação, participação do usuário e melhoria da qualidade de projetos habitacionais: uma abordagem fenomenológica. In: ABIKO, A. K.; ORNSTEIN, S.W. (Orgs). **Inserção Urbana e Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social**. São Paulo: FAUUSP – Coletânea Habitare/FINEP, v. 1, 2002.

MAURYA, S.; ARAI, K.; MORIYA, K.; ARRIGHI, P.-A.; MOUGENOT, C. **A Mixed Reality Tool for End-users Participation in Early Creative Design Tasks**. International Journal on Interactive Design and Manufacturing, v.13, n.1, p. 163-182, 2019.

MELCHIORS, L. C. **Como anda a habitação social no Brasil? Reflexões sobre a**

**trajetória das políticas habitacionais da década de 1960 à atualidade.** Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos, Goiânia, v. 2, n. 2, p. 199-218, jul/dez 2016.

MITCHELL, C. T. **Redefining Designing. From form to experience.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1993.

MONTANER, J. M. **Do diagrama às experiências, rumo a uma arquitetura de ação.** São Paulo: Editora Gustavo Gili, 2017.

MOURA, A. C. M.; CAMPAGNA, M. **Co-Design: digital tools for knowledge-building and decision-making in planning and design.** DisegnareCON, v. 11, n. 20, June 2018.

NIELSEN, J. **Usability Engineering.** California: Academic Press, 1993.

NOROUZI, N.; SHABAK, M.; EMBI, M. R. B.; KHAN, T. H. **Participation Problems and Communication Difficulties in Architectural Design Practice.** Life Science Journal, v. 11, n. 9, p. 984-990, 2014.

NOROUZI, N.; SHABAK, M.; EMBI, M. R. B.; KHAN, T.H. **The architect, the Client and Effective Communication in Architectural Design Practice.** Procedia: Social and Behavioral Sciences, v. 172, p. 635-642, 2015.

NOVELLINO, M. S. F. **A linguagem como meio de representação ou de comunicação da informação.** In: VII Congresso da Associação de Estudos da Linguagem (ASSEL-Rio). Rio de Janeiro, 1997. Disponível em <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br>>.

PARAVIZO, E.; BRAATZ, D. Employing Games Engines for Ergonomics Analysis, Design and Education. In: Advances in Intelligent Systems and Computing, v. 822, p. 330-338, 2019.

PEFFERS, K. et al. **A Design Science Research Methodology for Information Systems Research.** In: Journal of management information systems, v.24, n.3, p. 45-77, 2007.

PIGNATARI, D. **Informação, Linguagem, Comunicação.** 3ª ed. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2008.

RODRIGUES, G. P.; PORTO, C. M. **Realidade Virtual: Conceitos, Evolução, Dispositivos e Aplicações.** In: Interfaces Científicas, v.01, n.03, p. 97-109, Aracaju, Jun 2013.

ROMERIO, M. A.; ORNSTEIN, S. W. (Coord/Edit). **Avaliação Pós Ocupação: Métodos e técnicas aplicados a Habitação Social.** São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2003. Disponível em <[http://www.habitare.org.br/publicacao\\_colecao1.aspx](http://www.habitare.org.br/publicacao_colecao1.aspx)>.

SANDERS, E. B. N.; STAPPERS, P. J. **Co-creation and the new landscape of design.** Co-Design: International Journal of CoCreation in Design and the Arts, v. 4,

n. 1, p. 5-18, março 2008.

SANDERS, E. B. N.; STAPPERS, P. J. **Probes, toolkits and prototypes: three approaches to making in codesigning.** CoDesign: International Journal of CoCreation in Design and the Arts, London, v. 10, n. 1, p. 5-14, 2014.

SANDERS, E. B. N. **From User-Centered to Participatory Design Approaches.** *In: Design and the Social Sciences.* Taylor & Francis Books Limited, Ed. 1, 2002.

SANOFF, H. **Virtual Research Methods in Design.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

SANOFF, H. **Community participation methods in design and planning.** 306p. United States of America: John Wiley & Sons, 2000.

SANOFF, H. **Special issue on participatory design.** Design Studies, Great Britain, v. 28, n. 3, p. 213-215, 2007.

SEE, Z. S.; CHEOK, A. D. **Virtual Reality 360 Interactive Panorama Reproduction Obstacles and Issues.** Virtual Reality, v.19, n2, p. 77-81, Springer, 2015.

SIVA, J. P. S.; LONDON, K. **Investigating the Role of Client Learning for Successful Architect-Client Relationships on Private Single Dwelling Projects.** Architectural Engineering and Design Management, Australia, v. 7, n. 3, p. 177-189, 2011.

SOUZA, M. P. **Avaliação comparativa de instrumentos de simulação de projeto habitacional: o modelo tridimensional físico e a realidade virtual.** 142p. Dissertação (Mestrado). Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2018.

SOUZA, M. P.; IMAI, C.; AZUMA, M. **Contribuições e limitações de modelos físicos e de realidade virtual na análise de projetos de HIS por usuários leigos.** Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 13, n. 3, p. 21-38, 2018.

STEEN, M.; KUIJT-EVERS, L.; KLOK, J. **Early user involvement in research and design projects – A review of methods and practices.** *In: 23 EGOS Colloquium (European Group for Organizational Studies),* Vienna, p. 1-21, 2007.

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.

TILL, J. The Negotiation of Hope. P. 1-25. *In: JONES, P. B.; PRETESCU, D.; TILL, J. Architecture and Participation.* New York: Routledge, cap. 2, 2005.

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.

VICENTE, P. **O uso de simulação como metodologia de pesquisa em ciências sociais.** Cadernos EBAPE, BR, v. 3, n. 1, mar. 2005.

VILLA, S. B.; ORNSTEIN, S. W. **Qualidade Ambiental na Habitação: Avaliação Pós-Ocupação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

VOORDT, T. J. M. V. D.; WEGEN, H. B. R. V. **Arquitetura sob o olhar do usuário: programa de necessidades, projeto e avaliação de edificações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

WANG, D. **Simulation Research**. In: GROAT, L.; WANG, D. *Architectural Research Methods*. Second Edition. New York: John Wiley & Sons, 2013.

ZUPANCIC, T.; VERCEKE, J.; HERNEOJA, A.; ACHTEN, H. **Competences for Digital Leadership in Architecture**. In: *Ecaade 2017: Sharing of Computable Knowledge*, v. 1, p. 289-296, 2017.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – Protocolo de Aplicação

**PROTOCOLO DE APLICAÇÃO - ARQUITETOS**

Hora início:

**ETAPA A: APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E INSTRUÇÕES PARA A SIMULAÇÃO**

O objetivo desta pesquisa é analisar como as simulações imersivas através da Realidade Virtual podem ser utilizadas na coleta de informações e no processo colaborativo para discutir aspectos de projeto em suas etapas iniciais.

Coletar a autorização no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

PERFIL DO PARTICIPANTE	
1. Idade:	2. Gênero: <input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Outro
3. Há quanto tempo você atua na profissão?	
4. Qual o tipo de projeto que você mais realiza? <input type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Interiores <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Outros. Quais?	
5. Qual(is) instrumento(s) você utiliza para realizar o projeto? <input type="checkbox"/> AutoCad <input type="checkbox"/> SketchUp <input type="checkbox"/> BIM <input type="checkbox"/> Lumion <input type="checkbox"/> Pacote Office <input type="checkbox"/> Croquis <input type="checkbox"/> Outros. Quais?	
6. Como você interage com o seu cliente para coletar as informações do projeto? <input type="checkbox"/> Conversas <input type="checkbox"/> Desenhos técnicos <input type="checkbox"/> Imagens renderizadas <input type="checkbox"/> 3D no computador <input type="checkbox"/> Croquis <input type="checkbox"/> Não interajo <input type="checkbox"/> Outros. Quais?	
7. Quão importante você considera a participação do cliente nas etapas iniciais do projeto? <input type="checkbox"/> Extremamente importante <input type="checkbox"/> Muito importante <input type="checkbox"/> Moderadamente Importante <input type="checkbox"/> Ligeiramente importante <input type="checkbox"/> Nem um pouco importante	
8. Você conhece alguma metodologia de projeto a qual o cliente participa e interage na elaboração do projeto? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Se sim, qual?	
9. Você acha viável que a participação do cliente no projeto possa acontecer de forma mais interativa, modificando e sugerindo aspectos do projeto? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes Se não/em partes, por que?	
10. Você já teve contato com a Realidade Virtual? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Se sim, para que?	

O projeto que iremos analisar apresenta formato e leiaute usualmente utilizados em soluções de projeto de habitações compactas com **dimensionamentos mínimos** para moradia. Para facilitar a simulação, iremos analisar dois cômodos deste projeto: a sala e a cozinha. Esta casa tem potencial para 3 a 4 moradores.

Mostrar planta baixa dos cômodos.

Esta simulação foi estruturada para ser aplicada ao cliente para que ele identifique aspectos funcionais durante o processo de projeto. Gostaria que você fizesse a mesma simulação, se colocando na posição do cliente, para analisarmos o quanto esta ferramenta pode colaborar na coleta de informações e na discussão do projeto.

Apresentar os óculos 3D e os controles ao participante.

Explicar o Protocolo de limpeza/esterilização dos materiais.

Inserir o participante no ambiente virtual (AMBIENTE 1 – sem menu de interações).

Iniciar a gravação da simulação. **Hora:**

QUESTÕES PRELIMINARES
11. Você sente algum tipo de desconforto? <input type="checkbox"/> Tontura <input type="checkbox"/> Desorientação <input type="checkbox"/> Dor de cabeça <input type="checkbox"/> Cansaço <input type="checkbox"/> Sonolência <input type="checkbox"/> Náusea <input type="checkbox"/> Mal-estar <input type="checkbox"/> Dor nos olhos <input type="checkbox"/> Outro:
12. O aparelho se encaixa de forma confortável na sua cabeça? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
13. A projeção está nítida? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

### ETAPA B: EXPLORAÇÃO E PERCEPÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL

Com o participante imerso na RV, pedir para ele caminhar e explorar os cômodos.

Em seguida, explicar como funcionam os comandos de interação.

Pedir para o participante realizar as seguintes atividades dentro do ambiente virtual:

- Abrir e fechar a porta da geladeira;
- Abrir e fechar o forno;
- Abrir e fechar as portas e gavetas dos armários;
- Analisar a área de trabalho da bancada da pia;
- Simular a armazenagem dos produtos.

QUESTÕES DE PERCEPÇÃO DO AMBIENTE
Questões relacionadas à COZINHA:
14. Em relação à cozinha, como você considera o espaço entre os móveis (circulação)? <input type="checkbox"/> Muito pequeno <input type="checkbox"/> Pequeno <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Grande <input type="checkbox"/> Muito grande
15. Em relação à cozinha, você acha que a posição dos móveis é adequada? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes Se não/em partes, qual móvel está inadequado? Por que?
16. Em relação à pia, como você define a área disponível para trabalho? <input type="checkbox"/> Muito pequena <input type="checkbox"/> Pequena <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Grande <input type="checkbox"/> Muito grande
17. Em relação aos armários na cozinha, você acha que a quantidade é adequada? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes Se não/em partes, quantos armários você acrescentaria? Por que?
18. Em relação ao espaço disponível na cozinha, qual foi o nível de facilidade/dificuldade em abrir: <ul style="list-style-type: none"> <li>• a porta da geladeira?  <input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito Difícil</li> <li>• o forno?  <input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito Difícil</li> <li>• as portas e gavetas dos armários da pia?  <input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito Difícil</li> </ul>
Questões relacionadas à SALA:
19. Em relação à sala, como você considera o espaço entre os móveis (circulação)? <input type="checkbox"/> Muito pequeno <input type="checkbox"/> Pequeno <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Grande <input type="checkbox"/> Muito grande
20. Em relação à sala, você acha que a posição dos móveis é adequada? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes Se não/em partes, qual móvel está inadequado? Por que?
21. Em relação ao sofá, como você define sua dimensão?

<input type="checkbox"/> Muito pequeno <input type="checkbox"/> Pequeno <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Grande <input type="checkbox"/> Muito grande De uma forma geral, analisando todos os cômodos:
22. Você considera o dimensionamento mínimo representado neste ambiente virtual: <input type="checkbox"/> Muito pequeno <input type="checkbox"/> Pequeno <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Grande <input type="checkbox"/> Muito grande
23. Você acha que faltou algum objeto, mobiliário ou equipamento no ambiente simulado? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Se sim, quais?
24. Em função às suas respostas anteriores, qual foi o nível de facilidade/dificuldade em analisar os seguintes aspectos dentro da RV: • Circulação <input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito Difícil • Posição dos móveis (leiaute) <input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito Difícil • Dimensão dos móveis <input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito Difícil • O espaço para uso dos equipamentos (abrir e fechar portas e gavetas) <input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito Difícil
25. Como você avalia a representação dos materiais presentes neste ambiente virtual? <input type="checkbox"/> Péssima <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Excelente
26. Através da simulação na RV, foi possível perceber se algum móvel ou equipamento deste ambiente não está funcionando corretamente? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Se sim, quais? Por que?

### ETAPA C: ALTERAÇÃO DE ASPECTOS ESPECÍFICOS DO PROJETO

Propor as alterações do projeto. Tirar o participante do AMBIENTE 1 e colocá-lo no AMBIENTE 2 (com os menus de interação).

QUESTÕES DE ALTERAÇÃO DO PROJETO
Propor as seguintes alterações:
27. <b>INTERAÇÃO NÚMERO 1</b> – Propor <u>a alteração da posição dos móveis (leiaute)</u> . A alteração da posição dos móveis permitiu melhorar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• A circulação no ambiente?  <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes  Por que?</li> <li>• O espaço para uso dos equipamentos (abrir e fechar portas e gavetas)?  <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes  Por que?</li> </ul> Você está satisfeito(a) com as alterações feitas? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes Por que?
28. <b>INTERAÇÃO NÚMERO 2.1</b> – Propor <u>aumento do cômodo em 30cm</u> . Após o acréscimo de 30 cm, você considera o novo tamanho do ambiente: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Muito pequeno <input type="checkbox"/> Pequeno <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Grande <input type="checkbox"/> Muito grande</li> </ul> Você acha que o aumento do cômodo em 30cm permitiu melhorar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• A circulação no ambiente?  <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes  Por que?</li> <li>• A posição dos móveis?</li> </ul>

Sim  Não  Em partes

Por que?

• O espaço para uso dos equipamentos (abrir e fechar portas e gavetas)?

Sim  Não  Em partes

Por que?

Você está satisfeito(a) com as alterações feitas?

Sim  Não  Em partes

Por que?

**29. INTERAÇÃO NÚMERO 2.2 – Propor aumento do cômodo em 60cm.**

Após o acréscimo de 60 cm, você considera o novo tamanho do ambiente:

Muito pequeno  Pequeno  Razoável  Grande  Muito grande

Você acha que o aumento do cômodo em 60cm permitiu melhorar:

• A circulação no ambiente?

Sim  Não  Em partes

Por que?

• A posição dos móveis?

Sim  Não  Em partes

Por que?

• O espaço para uso dos equipamentos (abrir e fechar portas e gavetas)?

Sim  Não  Em partes

Por que?

Você está satisfeito(a) com as alterações feitas?

Sim  Não  Em partes

Por que?

**30. INTERAÇÃO NÚMERO 2.3 – Propor aumento do cômodo em 90cm.**

Após o acréscimo de 90 cm, você considera o novo tamanho do ambiente:

Muito pequeno  Pequeno  Razoável  Grande  Muito grande

Você acha que o aumento do cômodo em 90cm permitiu melhorar:

• A circulação no ambiente?

Sim  Não  Em partes

Por que?

• A posição dos móveis?

Sim  Não  Em partes

Por que?

• O espaço para uso dos equipamentos (abrir e fechar portas e gavetas)?

Sim  Não  Em partes

Por que?

Você está satisfeito(a) com as alterações feitas?

Sim  Não  Em partes

Por que?

Dentre as opções disponíveis, qual dimensionamento mais lhe agradou?

Original (2,15 x 4,60)  +30cm  +60cm  +90cm

Por que?

**31. INTERAÇÃO NÚMERO 3 – Propor mudança das cores e revestimentos do piso e paredes.**

Dentre os revestimentos disponíveis para o piso, qual mais lhe agradou?

Madeira 1  Madeira 2  Cerâmico

Por que?

Dentre as cores disponíveis para o piso, qual mais lhe agradou?

Branco  Azul  Laranja

Por que?

Fim da simulação. Posicionar o participante no mesmo lugar que ele começou.

**Hora:**

#### ETAPA D: QUESTÕES FINAIS

Realizar as questões finais relacionadas à percepção do ambiente e à usabilidade dos óculos FORA do ambiente virtual:

QUESTÕES FINAIS
Baseado nas alterações feitas no projeto:
<p>32. Quanto ao leiaute dos móveis, você acredita que mudar a posição dos móveis dentro da RV pode contribuir para discutir o projeto?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes</p> <p>Se sim, quais aspectos podem ser discutidos?</p>
<p>33. Quanto ao redimensionamento dos ambientes, você acredita que poder aumentar a dimensão dos cômodos dentro da RV pode contribuir para discutir o projeto?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes</p> <p>Se sim, quais aspectos podem ser discutidos?</p>
<p>34. Quanto à mudança de cores e revestimentos do piso e da parede, você acha que a RV auxilia na escolha do cliente?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes</p> <p>Por que?</p>
De uma forma geral:
<p>35. Qual foi o nível de facilidade/dificuldade na compreensão do ambiente virtual (cozinha + sala) através da RV?</p> <p><input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito Difícil</p> <p>Por que?</p>
<p>36. Você considera que a RV foi útil para discutir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A circulação no ambiente?           <p><input type="checkbox"/> Muito útil <input type="checkbox"/> Útil <input type="checkbox"/> Pouco Útil <input type="checkbox"/> Inútil</p> <p>Por que?</p> </li> <li>• A posição dos móveis (leiaute)?           <p><input type="checkbox"/> Muito útil <input type="checkbox"/> Útil <input type="checkbox"/> Pouco Útil <input type="checkbox"/> Inútil</p> <p>Por que?</p> </li> <li>• O espaço para uso dos equipamentos (abrir e fechar portas e gavetas)?           <p><input type="checkbox"/> Muito útil <input type="checkbox"/> Útil <input type="checkbox"/> Pouco Útil <input type="checkbox"/> Inútil</p> <p>Por que?</p> </li> <li>• O redimensionamento dos ambientes?           <p><input type="checkbox"/> Muito útil <input type="checkbox"/> Útil <input type="checkbox"/> Pouco Útil <input type="checkbox"/> Inútil</p> <p>Por que?</p> </li> <li>• Modificação de cores, texturas e materiais?           <p><input type="checkbox"/> Muito útil <input type="checkbox"/> Útil <input type="checkbox"/> Pouco Útil <input type="checkbox"/> Inútil</p> <p>Por que?</p> </li> </ul>
<p>37. Qual foi o nível de facilidade/dificuldade na utilização do menu dentro da RV?</p> <p><input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito Difícil</p>
<p>38. Você acredita que as interações propostas na RV auxiliam a participação do cliente no processo de projeto?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes</p> <p>Por que?</p>

<p>39. Você acredita que o seu cliente conseguiria realizar as interações da RV dentro do ambiente virtual?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes</p> <p>Por que?</p>
<p>40. Comparando com os instrumentos que você já utiliza para se comunicar com o cliente, quais aspectos foram mais fáceis de serem discutidos dentro da RV?</p> <p><input type="checkbox"/> A circulação no ambiente</p> <p><input type="checkbox"/> A posição dos móveis (leiaute)</p> <p><input type="checkbox"/> O tamanho dos móveis</p> <p><input type="checkbox"/> O espaço para uso dos equipamentos (abrir e fechar portas e gavetas)</p> <p><input type="checkbox"/> O redimensionamento dos ambientes</p> <p><input type="checkbox"/> A modificação de cores, texturas e materiais</p> <p><input type="checkbox"/> Outro. Qual aspecto?</p>
<p>41. De uma forma geral, você acredita que a simulação com o cliente através da RV pode contribuir no processo de projeto?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em partes</p> <p>Por que?</p>
<p>42. Em geral, qual foi o nível de facilidade/dificuldade na utilização dos óculos e dos controles?</p> <p><input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito Difícil</p>
<p>43. Você teve alguma dificuldade específica no uso dos óculos e controles em alguma etapa do processo?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Se sim, em qual?</p>
<p>44. Você sentiu algum tipo de desconforto no decorrer da simulação?</p> <p><input type="checkbox"/> Tontura <input type="checkbox"/> Desorientação <input type="checkbox"/> Dor de cabeça <input type="checkbox"/> Cansaço <input type="checkbox"/> Sonolência <input type="checkbox"/> Náusea</p> <p><input type="checkbox"/> Mal-estar <input type="checkbox"/> Dor nos olhos <input type="checkbox"/> Outro:</p>
<p>45. Se fosse dar uma nota de 0 a 10 para o processo utilizando a plataforma de simulação, que nota você daria? Sendo 0 – muito ruim e 10 – muito bom:</p> <p>Por que?</p>
<p>46. Você utilizaria esta simulação através da RV com os seus clientes?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Por que?</p>
<p>47. Você tem algum comentário, crítica ou sugestão sobre a simulação?</p>
<p>Hora término:</p>

Muito obrigada pela sua participação!

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
Salão Privativo

**“Métodos de avaliação do projeto na comunicação entre projetistas e usuários em Processos Participativos, no CoDesign e na Avaliação Pré-Projeto”**

Prezado (a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo (a) para participar da pesquisa **“Métodos de avaliação do projeto na comunicação entre projetistas e usuários em Processos Participativos, no CoDesign e na Avaliação Pré-Projeto”**, a ser realizada em Londrina-PR. O objetivo da pesquisa é contribuir com o estudo de procedimentos que facilitem o processo de comunicação entre o projetista e o usuário das edificações, por meio de investigações com simulações com Realidade Virtual, Mista ou Aumentada e por Modelagem digital (BIM) como ferramentas para produzir o diálogo entre a linguagem técnica do projetista e a do usuário. Sua participação é muito importante e ela se daria da seguinte forma: entrevistas, observação de projetos de arquitetura virtuais, perguntas sobre os ambientes simulados, registros por anotações, fotos e/ou gravações do procedimento.

Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Esclarecemos, também, que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa ou para esta e futuras pesquisas e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade e não permitir que imagens possam identificar quaisquer pessoas. Os eventuais registros gravados serão apenas analisados para a coleta de dados e inclusos nesta pesquisa e na sequência serão arquivados.

Os procedimentos serão realizados no salão privativo localizado na Rua Fernando de Noronha 608, Londrina, Paraná. Em caso de alteração ou impossibilidade de uso, o participante será avisado com antecedência.

Esclarecemos ainda, que você não pagará e nem será remunerado (a) por sua participação. Garantimos, no entanto, que se houverem despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação.

Os benefícios esperados são a inclusão do participante no processo de projeto de ambientes construídos, contribuindo para formulação de parâmetros de projeto que correspondam aos seus anseios e necessidades dos usuários. Quanto aos riscos, como possível desconforto ou sensação de insegurança, nos responsabilizamos a ampará-lo até que tal desconforto cesse ou, se for o caso, você poderá cessar a pesquisa a qualquer momento.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá nos contatar o coordenador da pesquisa, Prof. César Imai, do Programa de Pós-Graduação Associado em Arquitetura e Urbanismo, 86 | Cx. Postal 10.011 | 86.057-970 Londrina, PR | (43)3371-4535, cimai@uel.br, ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: [cep268@uel.br](mailto:cep268@uel.br).

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue à você.

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 202\_.



Prof. César Imai

RG::4.383.797-4

\_\_\_\_\_ (NOME POR EXTENSO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.

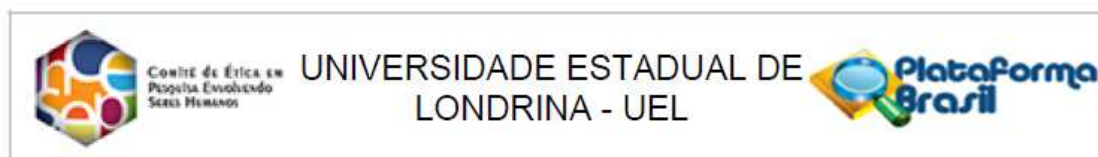
Assinatura (ou impressão dactiloscópica): \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Obs.: Caso o participante da pesquisa seja menor de idade, o texto deve estar voltado para os pais e deve ser incluído ainda, campo para assinatura do menor e do responsável.

\*Termo de Consentimento Livre Esclarecido apresentado, atendendo, conforme normas da Resolução 466/2012 de 12 de dezembro de 2012.

## APÊNDICE C – Parecer do Comitê Ético



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Métodos de avaliação do projeto na comunicação entre projetistas e usuários em Processos Participativos, no CoDesign e na Avaliação Pré-Projeto

**Pesquisador:** CESAR IMAI

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 42803521.3.0000.5231

**Instituição Proponente:** Universidade Estadual de Londrina - UEL

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 4.693.775

**Apresentação do Projeto:**

Título da Pesquisa: Métodos de avaliação do projeto na comunicação entre projetistas e usuários em Processos Participativos, no CoDesign e na Avaliação Pré-Projeto. Pesquisador Responsável: CESAR IMAI e mais dois assistentes. Vínculo jto ao programa de pós stricto sensu, em Metodologia de Projetos Arquitetônicos/UEL. Documento assinado pelo Coordenador do Programa PPU/UEM-UEL. Conforme o pesquisador: Pelo fato da contribuição do usuário sempre ser considerada como um importante elemento em todas as ações idealizadas pelo projetista, para que as suas soluções arquitetônicas possam estar direcionadas e focadas nas reais necessidades dos usuários (ELALI, 2009), o presente projeto tem por finalidade aprofundar o entendimento do sistema projetual participativo, a história de suas investigações e suas novas proposições metodológicas, por meio do estudo de procedimentos de comunicação entre projetistas e usuários a fim de coletar as demandas e requisitos dos usuários. Para isso serão realizados estudos da participação do usuário nas diversas etapas de projeto da edificação através do uso de ferramentas alternativas e inovadoras que não são comumente utilizadas no processo de projeto participativo. A metodologia utilizada nesta pesquisa será dividida em três partes: 1. fase de investigação teórico-bibliográfica; 2. fase de definição do protocolo e da aplicação dos instrumentos de APP e APO em conjunto com técnicas e ferramentas inovadoras ( Serão aplicadas as ferramentas convencionais de pesquisa acadêmicas, entre elas, questionários, entrevistas e grupo focal, para delimitar as condicionantes do grupo e de seu contexto e para definir os procedimentos que serão utilizados nas etapas

**Endereço:** LABESC - Sala 14

**Bairro:** Campus Universitário

**UF:** PR

**Telefone:** (43)3371-5455

**CEP:** 86.057-970

**Município:** LONDRINA

**E-mail:** cep268@uel.br