

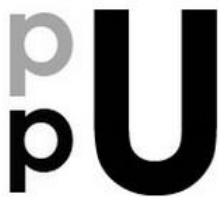


UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARCIO PRESENTE DE SOUZA

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE INSTRUMENTOS DE SIMULAÇÃO DE
PROJETO HABITACIONAL:
O MODELO TRIDIMENSIONAL FÍSICO E A REALIDADE VIRTUAL**

Londrina
2018



Programa Associado de Pós-graduação em Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo

Universidade Estadual de Maringá
Universidade Estadual de Londrina

Mestrado em Metodologia de Projeto

MARCIO PRESENTE DE SOUZA

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE INSTRUMENTOS DE SIMULAÇÃO DE
PROJETO HABITACIONAL: O MODELO TRIDIMENSIONAL FÍSICO E A
REALIDADE VIRTUAL**

LONDRINA | PR
2018

MARCIO PRESENTE DE SOUZA

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE INSTRUMENTOS DE SIMULAÇÃO DE
PROJETO HABITACIONAL:
O MODELO TRIDIMENSIONAL FÍSICO E A REALIDADE VIRTUAL**

Dissertação apresentada ao Programa Associado de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Maringá e Universidade Estadual de Londrina, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. César Imai

Coorientador: Prof. Dr. Maurício Hidemi Azuma

Londrina
2018

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

Souza, Marcio Presente de.

Avaliação comparativa de instrumentos de simulação de projeto habitacional: o modelo tridimensional físico e a realidade virtual / Marcio Presente de Souza. - Londrina, 2018. 142 f. : il.

Orientador: César Imai.

Coorientador: Maurício Hidemi Azuma.

Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, , 2018.

Inclui bibliografia.

1. Simulação - Tese. 2. Usuário - Tese. 3. Modelo Físico - Tese. 4. Realidade Virtual - Tese. I. Imai, César . II. Azuma, Maurício Hidemi. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. . IV. Título.

MARCIO PRESENTE DE SOUZA

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE INSTRUMENTOS DE SIMULAÇÃO DE PROJETO
HABITACIONAL:**

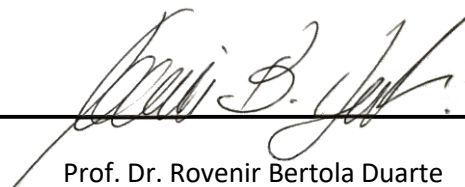
O MODELO TRIDIMENSIONAL FÍSICO E A REALIDADE VIRTUAL

Dissertação apresentada ao Programa Associado de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Maringá e Universidade Estadual de Londrina, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA



Coorientador: Prof. Dr. Maurício Hidemi Azuma
Universidade Estadual de Maringá - UEM



Prof. Dr. Rovenir Bertola Duarte
Universidade Estadual de Londrina – UEL



Profª. Dra. Ana Regina Mizrahy Cuperschmid
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Londrina, 12 de ABRIL de 2018.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Cícero e Maria, que me apoiaram em toda minha trajetória profissional e acadêmica.

Ao meu orientador, Prof. César Imai, um exemplo de dedicação à docência e a pesquisa, suas orientações e direcionamentos foram fundamentais.

Ao meu coorientador, Prof. Maurício Azuma, por suas valiosas recomendações, empréstimo de materiais e revisão minuciosa deste trabalho.

Ao Prof. Rovenir Duarte, pelo incentivo e direcionamentos importantes na fundamentação teórica da pesquisa.

À Profa. Ana Cuperschmid, por participar da minha banca de qualificação e de defesa. Suas contribuições sobre a área de tecnologia foram fundamentais para o trabalho.

Aos companheiros de mestrado, em especial a arquiteta Gabrielle Prado, que dividiu comigo todos os percalços desse período de aprendizado.

As amigas desde a graduação, Priscilla Assis e Mariana Reis, que apesar da distância, estão sempre presentes.

Ao acadêmico, Luan Fuzo, que me auxiliou no desenvolvimento do estudo-piloto desta pesquisa.

A todos os professores do PPU, em especial, Sidnei Guadanhim, Milena Kanashiro, Ercília Hirota e Renato Leão, exemplos de dedicação à docência e pesquisa que pretendo seguir.

Aos professores Licínio Martins e Juliane Franzon pelo apoio para a realização das dinâmicas de simulação finais com usuários.

A todas as pessoas que participaram da simulação contribuindo de forma voluntária para a validação deste estudo.

Por fim, a UEL, por me proporcionar uma formação de qualidade, tanto na graduação quanto no mestrado.

E a CAPES e Fundação Araucária, pela bolsa concedida e apoio financeiro ao grupo de pesquisa.

SOUZA, Marcio Presente de. **Avaliação comparativa de instrumentos de simulação de projeto habitacional**: o modelo tridimensional físico e a realidade virtual. 2018. 142 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Maringá e Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RESUMO

Este trabalho aborda um **problema de pesquisa** que consiste na dificuldade de aplicação de instrumentos e métodos capazes de inserir o usuário no processo decisório de definição de sua habitação, nas etapas iniciais de projeto. O **objetivo** é avaliar quais características dos diferentes instrumentos de simulação, composto por um modelo físico (maquete física na escala 1:10) e um modelo virtual (maquete com imersão em RV) de uma habitação, podem contribuir na comunicação entre projetistas e potenciais usuários de HIS. Os **métodos de pesquisa** envolvem simulações, aliado a procedimentos que buscam avaliar características relacionadas à percepção de aspectos do projeto, tais como: o questionário, a entrevista, as análises comportamentais, o percurso cognitivo, o protocolo verbal e as fotografias. Os instrumentos de simulação são avaliados por meio de um projeto habitacional de interesse social, identificando se o mesmo atende as necessidades do perfil do grupo de usuários para o qual foi projetado. Para isso, as simulações são divididas em três etapas: estudo-piloto, pré-teste e pesquisa final, cuja finalidade é a aprimoração dos instrumentos ao longo desse processo. Os **resultados** obtidos apontam que os modelos facilitam a comunicação entre usuário e projetista, estimulam o usuário à propor modificações projetuais e facilitam a coleta de informações sobre suas necessidades, preferências e desejos. A principal **contribuição da pesquisa** está nas recomendações de uso e limitações apresentados no processo de avaliação e de coleta de informações do programa projetual e no método criado para inserção do usuário na etapa inicial de projeto de arquitetura.

Palavras-chave: Simulação. Usuário. Modelo físico. Realidade virtual.

SOUZA, Marcio Presente. **Comparative evaluation of simulation instruments of the housing design: the physical three-dimensional model and virtual reality.** 2018. 142 p. Dissertation (Master in Degree in Architecture and Urbanism) Associated program of the Universidade Estadual de Maringá and the Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

ABSTRACT

This work addresses a research problem that consists in the difficulty of applying tools and methods capable of inserting the user in the decision process of defining their dwelling, in the initial stages of the project. The objective is to evaluate which characteristics of the different simulation tools, composed of a physical model (1:10 scale physical model) and a virtual model (model with Virtual Reality immersion), can contribute to the communication between designers and potential social housing users. The research methods involve simulations, along with procedures that seek to evaluate characteristics related to the perception of aspects of the project, such as: the questionnaire, the interview, the behavioral analysis, the cognitive walkthrough, the verbal protocol and the photographs. The simulation tools are evaluated through a housing project of social interest, identifying if it meets the needs of the profile of the user group for which it was designed. For this, the simulations are divided into three stages: pilot study, pre-test and final research, whose purpose is to improve the instruments throughout this process. The results show that the models facilitate the communication between user and designer, stimulate the user to propose design modifications and facilitate the collection of information about their needs, preferences and desires. The main contribution of the research is in the recommendations of use and limitations presented in the process of evaluation and collection of information of the design program and in the method created for user insertion in the initial stage of architecture design.

Keywords: Simulation. User. Physical model. Virtual reality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Exemplo de RV não imersiva e imersiva.....	28
Figura 2: Ilustração do conceito de hiper-realidade	30
Figura 3: Seis graus de liberdade (6GDL) dos óculos de RV	32
Figura 4: Composição do sistema de RV	33
Figura 5: Delineamento da pesquisa	40
Figura 6: Planta baixa 1º Lugar no concurso de Samambaia	42
Figura 7: Planta baixa 1º Lugar no concurso de Sol Nascente	43
Figura 8: Perspectivas Projeto de Samambaia e Sol Nascente respectivamente	44
Figura 9: Planta leiaute e imagem do projeto escolhido	45
Figura 10: Construção do modelo tridimensional físico inicial	47
Figura 11: Detalhe dos mobiliários e do boneco do modelo tridimensional físico.....	48
Figura 12: Parte externa do MF e sensação de escala	49
Figura 13: Primeira Versão do Modelo Físico.....	49
Figura 14: Versão Final do MF e Câmera.....	50
Figura 15: Configuração do Modelo Físico: Maquete + Notebook + Câmera	50
Figura 16: Processo de formação do Panorama RV	52
Figura 17: Experiência do usuário no Panorama Interativo 360 em RV	52
Figura 18: Modelagem do projeto programa 3D Studio Max	53
Figura 19: Imagem esférica <i>renderizada</i>	54
Figura 20: Princípio de visualização da imagem esférica no <i>smartphone</i>	54
Figura 21: Plataforma de edição do <i>tour SentioVR</i>	56
Figura 22: Interface de edição do <i>tour</i> virtual.....	57
Figura 23: Visualização dos <i>hotspots</i> para troca de imagens.....	58
Figura 24: Perspectiva de cada ambiente do MV pelo usuário.....	59
Figura 25: MV com <i>smartphone</i> (a) e espelhamento da tela (b)	60
Figura 26: Leiaute de aplicação da simulação	65
Figura 27: Questões sobre o perfil do participante	70
Figura 28: Desempenho do percurso cognitivo no MF	71
Figura 29: Questões referentes aos itens 6 até o 11 do roteiro	72

Figura 30: Quadro percurso cognitivo – Visão do usuário	73
Figura 31: Avaliação do item 12 do roteiro	73
Figura 32: Avaliação dos itens 17 e 18 do roteiro	74
Figura 33: Itens 19 ao 23 do roteiro	74
Figura 34: Participante Grupo 1 – estudo-piloto - simulação MF	78
Figura 35: Participante Grupo 1 – estudo-piloto - simulação MV.....	79
Figura 36: Representação das janelas da habitação no MV.....	80
Figura 37: Simulação no MV no pré-teste.....	85
Figura 38: Perfil de usuários Grupo 1 – (n=15).....	88
Figura 39: Usuário do Grupo 1 na simulação com os dois modelos	88
Figura 40: Perfil de usuários Grupo 2 – (n=15).....	89
Figura 41: Usuário do Grupo 2 na simulação com os dois modelos	89
Figura 42: Quinze participantes do primeiro grupo	91
Figura 43: Quinze participantes do segundo grupo	92
Figura 44: Imagens da lavanderia vista pela câmera no MF	95
Figura 45: Vistas internas da maquete através da câmera	97
Figura 46: Participante visualizando imagens da maquete na tela do <i>notebook</i>	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparação entre as plataformas de <i>tour</i> virtual testadas	55
Quadro 2: Verificação da usabilidade dos instrumentos de pesquisa	66
Quadro 3: Percurso Cognitivo no Modelo Físico.....	68
Quadro 4: Percurso Cognitivo no Modelo Virtual.....	68
Quadro 5: Síntese da estrutura do método	75
Quadro 6: Aspectos comparativos entre os modelos aplicados no estudo-piloto	83
Quadro 7: Síntese da contribuição de cada modelo	108
Quadro 8: Síntese com recomendações de uso dos modelos	113

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Avaliação do estudo-piloto com início no MV.....	82
Gráfico 2: Avaliação do estudo-piloto com início no MF	82
Gráfico 3: Resultado do primeiro percurso cognitivo	93
Gráfico 4: Você consegue identificar que tipo de habitação é essa?.....	94
Gráfico 5: Qual ambiente você sentiu maior dificuldade de compreender?.....	95
Gráfico 6: Se você pudesse fazer modificações nesse projeto, o que você faria?.....	96
Gráfico 7: Em relação à representação dos materiais, como você avalia?.....	96
Gráfico 8: Qual o nível de dificuldade ou facilidade na utilização desse modelo?	97
Gráfico 9: Como você avalia a representação dessa habitação?.....	98
Gráfico 10: Resultado do segundo percurso cognitivo	98
Gráfico 11: Você consegue identificar que tipo de habitação é essa?	99
Gráfico 12: Se você pudesse fazer modificações nesse projeto, o que você faria?.....	99
Gráfico 13: Em relação à representação dos materiais, como você avalia?.....	100
Gráfico 14: Percepção sobre o tamanho dos ambientes?	101
Gráfico 15: Nível de dificuldade ou facilidade na utilização	102
Gráfico 16: Como você avalia a representação nesse modelo?.....	102
Gráfico 17: Questão 22 do roteiro	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Três dimensões
6GDL	Seis graus de liberdade APO: Avaliação Pós-Ocupação APP: Avaliação Pré-Projeto
CAD	<i>Computer Aided Design</i> – Projeto auxiliado por computador
CTU	Centro de Tecnologia e Urbanismo
CODHAB/DF	Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Distrito Federal
HD	<i>High definition</i> – Alta definição HIS: Habitação de Interesse Social HR: Hiper-realidade
HMD	<i>Head-Mounted Display</i>
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i> – Fibra de media densidade
MF	Modelo Físico
MV	Modelo Virtual
PP	Projeto Participativo
RAC	Relações Ambiente-Comportamento
RA	Realidade Aumentada RM: Realidade Misturada RV: Realidade Virtual
UEL	Universidade Estadual de Londrina

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos.....	6
1.2. Justificativa.....	6
1.3. Descrição dos Capítulos.....	7
2. COMUNICAÇÃO NAS ETAPAS INICIAIS DO PROCESSO PROJETUAL	9
2.1. Relações Ambiente e Comportamento	9
2.2. Avaliações Qualitativas.....	16
2.3. Simulações com Modelos Tridimensionais.....	21
2.4. Realidade Virtual.....	27
2.5. Experiência do Usuário.....	34
3. PROCEDIMENTOS APLICADOS NA PESQUISA	39
3.1. Delineamento da Pesquisa	39
3.2. Definição do Objeto de Estudo.....	41
3.3. Desenvolvimento dos Modelos de Simulação.....	45
3.3.1. Construção do Modelo Físico.....	45
3.3.2. Construção do Modelo Virtual	51
3.4. Método de Coleta de Dados.....	60
3.4.1. Dinâmica de Simulação	63
3.4.2. Testes de Usabilidade e Percorso Cognitivo.....	65
3.4.3. Roteiro de Aplicação	69
4. ESTUDO EXPLORATÓRIO	75
4.1. Estudo-piloto	77
4.2. Pré-teste	85
4.3. Pesquisa Final.....	87
5. AVALIAÇÃO DOS MODELOS DE SIMULAÇÃO	104
5.1. Discussão dos Resultados	104

6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
6.1.	Contribuições da Pesquisa	112
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
8.	APÊNDICES	120
8.1.	Apêndice A – Termo de Consentimento.....	120
8.2.	Apêndice B – Parecer do Comitê de Ética.....	122
8.3.	Apêndice C – Roteiro de Simulação – Estudo-piloto	124
8.4.	Apêndice D – Roteiro de Simulação Final – Grupo 1.....	126
8.5.	Apêndice E – Roteiro de Simulação Final – Grupo 2	128

1. INTRODUÇÃO

[...] o objetivo da arquitetura não se restringe exclusivamente à construção de abrigo para as necessidades básicas e utilitárias do homem. Mais do que à exteriorização material e formal de todas as suas necessidades concretas, deveria a arquitetura atender às suas aspirações (OKAMOTO, 2002, p.11).

Discutir os aspectos relacionados ao processo de projeto em Arquitetura e Urbanismo é uma tarefa complexa, pois permeia diferentes campos da ciência, como a psicologia e a geografia, na busca pela compreensão do comportamento humano e suas relações com o espaço projetado e edificado. A cada momento estamos diante de novas tecnologias que abrem muitos caminhos para o desenvolvimento da área, entretanto, geram um distanciamento cada vez maior da sistematização de um processo de projeto arquitetônico, digamos, menos intuitivo.

Percebe-se que a prática projetual nas escolas de arquitetura e posteriormente no mercado de trabalho, decorre das habilidades adquiridas pelos projetistas ao longo de sua formação, que, na maioria dos casos, reflete um processo de criação intuitivo, ao invés de sistematizado. Kowaltowski et al. (2006) comentam que o processo de criação entre os profissionais projetistas de arquitetura, não possui métodos rígidos ou universais, muito embora possam ser atestados alguns procedimentos comuns entre eles, uma vez que, o processo é complexo e pouco externado pelo profissional.

Em outro momento, Kowaltowski et al. (2011) relatam que o conhecimento científico voltado para métodos que reduzem a subjetividade do ato de projetar começou na década de 1960 em contraponto aos procedimentos informais seguidos pelos projetistas que, muitas vezes, apoiavam-se em escolas de regras estéticas ou simplesmente na intuição do indivíduo, repetindo tipologias construtivas em contextos completamente diferentes.

Embora pouco praticado, o processo de projeto sistematizado vem sendo estudado há bastante tempo, sendo que, segundo Voordt e Wegen (2013), o interesse pelo desenvolvimento do conhecimento em metodologia do projeto em arquitetura surgiu nas décadas de 1960 e 1970, em parte pela complexidade crescente do processo em si (o

tamanho e a novidade das tarefas, a variedade de materiais e as técnicas disponíveis) e, em parte, pela necessidade de tornar o projeto mais científico, mais sistemático e menos uma questão de tentativa e erro.

Pesquisadores da área (LAWSON, 2011; KOWALTOWSKI et al., 2011) defendem que projetar é uma atividade complexa cuja análise do problema e a busca de sua solução são intrinsicamente relacionadas. E que sendo assim, não existe uma forma de representar esse processo por meio de um simples diagrama, devendo-se fazer uma distinção entre atividades e habilidades em projeto, incluindo a formulação, subdividida em modos de entender o problema, a representação, a ação na criação de soluções, a avaliação e a reflexão.

Dentre os inúmeros procedimentos conhecidos que suportam o ato de projetar (entrevistas, observações, estudos de caso, comparações, entre outros), Kowaltowski et al. (2011) destacam que o padrão de pensamento dos projetistas ainda é o mesmo: raciocínio, memória, evolução de ideias, criatividade e experiência. Entretanto, há uma interação muito maior entre a capacidade do projetista em processar o grande número de tarefas e situações novas em função de um aumento no grau de automatização de todo esse processo mental.

Em meio a esse processo de sistematização do ato de projetar, destacam-se as avaliações qualitativas como uma vertente de estudo relevante. Ornstein e Roméro (1992) relatam que as Avaliações Pós-ocupação (APO) chegaram ao Brasil na década de 1980 no sentido de repensar o projeto após a sua ocupação, diagnosticando problemas e recomendando modificações, e que, desde então, muito do conhecimento obtido nessas avaliações tem refletido no modo como projetamos os edifícios, ouvindo a opinião dos principais interessados no assunto, os usuários.

Decorrente dos estudos dessa avaliação posterior à ocupação dos edifícios, surge também o termo Avaliação Pré-projeto (APP), cujos estudos são concentrados nas etapas iniciais do ato de projetar, coletando dados que orientem o desenvolvimento do projeto e antevêja decisões projetuais equivocadas. Em comum, ambas as avaliações tomam partido do conhecimento técnico e da opinião dos usuários pra nortear os estudos.

Dessa forma, os dados obtidos nesses processos avaliativos fazem com que a atividade de projetar possa ser verificada, do ponto de vista da qualidade, em relação à

demanda de seus potenciais usuários. Tornando as decisões projetuais menos subjetivas para atender efetivamente as necessidades e expectativas dos usuários da edificação.

Essa comunicação entre projetista e usuários, demanda um processo de projeto mais participativo. Sanoff (2007) afirma que as raízes desse processo estão nos ideais de uma democracia participativa, cuja tomada de decisão coletiva é descentralizada, de modo que os indivíduos possam participar de várias maneiras da tomada de decisões que os afetem. Sendo que esses aspectos, segundo o autor, causam maior engajamento no processo, envolvendo significativamente os indivíduos na busca por mudanças em seu ambiente diário.

O contexto de participação do usuário no processo de projeto é ainda mais evidenciado em pesquisas que tratam de Habitação de Interesse Social (HIS). Segundo Villa et al. (2015), quando um indivíduo toma ciência de que sua participação em pesquisas pode vir a modificar seu ambiente para melhor, como instrumento de qualificação, o mesmo participa com entusiasmo do processo.

No caso de HIS, o fator agravante é que ocorre um fenômeno totalmente contrário à participação do usuário na definição de sua moradia, a padronização das unidades. Além disso, a tendência a periferação dos conjuntos habitacionais agrava a situação em termos de urbanidade, sendo necessários uma série de infraestruturas (vias de ligação, transporte coletivo, equipamentos educacionais e de saúde, entre outras) (VILLA et al., 2015) que podem demorar décadas para serem implantadas.

Diante desse fenômeno, esta pesquisa é voltada para o aperfeiçoamento desse processo de comunicação entre projetista e usuário, através da criação de meios que explorem o processo participativo, cuja finalidade é conduzir a produção de projetos arquitetônicos com mais qualidade.

Para isso, faz-se um recorte no contexto da HIS, tendo visto que, diante de estudos desenvolvidos por diversos pesquisadores (BRANDÃO et al., 2011; KOWALTOWSKI et al., 2013; CARDOSO; ARAGÃO, 2013; THEOPHILO, 2014; TAUBE, 2015; VILLA et al., 2015, CONCEIÇÃO, 2015; AZUMA, 2016), constata-se que os empreendimentos de HIS desenvolvidos no país, em sua maioria, são excessivamente padronizadas, não atendendo satisfatoriamente a diversidade de arranjos familiares brasileiros.

A maioria dos empreendimentos parte de um programa de necessidades mínimo para as HIS (sala, dois dormitórios, um banheiro, cozinha e área de serviço) com áreas úteis mínimas de 32m², e, apesar de variações de cunho construtivo, o desenho dessas habitações continua muito semelhante, sendo reproduzidos em série há décadas, com repetição de formas, implantação e volumes (VILLA et al., 2015; KOWALTOWSKI et al., 2013).

Diante desse contexto, Azuma (2016) destaca que uma das causas desse problema é a falta de participação do usuário de HIS na definição do programa arquitetônico de sua moradia. Visto que o modelo atual de provisão da habitação no país é baseado, principalmente, no sistema de produção em massa, e este aspecto resulta em unidades habitacionais padronizadas, que muitas vezes não atendem às necessidades de seus usuários (AZUMA, 2016).

Para que o usuário seja inserido no processo de projeto, faz-se necessário o uso de ferramentas que permitam uma comunicação mais efetiva entre os envolvidos, num contexto de projeto participativo, cuja abordagem é voltada para o uso de modelos físicos e virtuais de simulação como ferramentas para facilitar essa comunicação.

Sobre esses aspectos, Spinuzzi (2005) afirma que o processo de projeto participativo é essencialmente uma pesquisa cuja orientação metodológica é altamente articulada, com métodos e técnicas voltados para construção interativa de conhecimento prático ou tácito, sejam eles artefatos ou sistemas. No contexto da arquitetura, essa prática apresenta potencial relevante por conseguir dar voz aos vários agentes envolvidos no desenvolvimento de um projeto, e fomentar uma discussão mais consistente sobre as decisões projetuais com base nas informações oriundas da diversidade das fontes de informação.

Seguindo essa linha de pensamento, o **problema de pesquisa** definido nesta dissertação consiste na dificuldade de aplicação de instrumentos e métodos no projeto de arquitetura, capazes de inserir o usuário no processo decisório de definição de sua habitação.

Sendo assim, a questão que direciona esta pesquisa é:

De que maneira as simulações por meio de modelos físicos e virtuais colaboram para a compreensão do projeto arquitetônico?

Diante do exposto, como resposta a questão de pesquisa, propõe-se neste estudo, avaliar modelos de simulação da habitação que potencialmente possam facilitar a comunicação entre projetista e usuário leigo, identificando requisitos e preferências dos usuários no sentido de produzir edificações que atendam melhor essa demanda.

Para tanto, buscou-se tomar partido de inovações tecnológicas disponíveis como a realidade virtual para o desenvolvimento dos modelos de simulação que serão avaliados neste estudo. Para avaliar o desempenho desses modelos propostos, serão realizados estudos exploratórios divididos em etapas, cuja finalidade é o aprimoramento dos instrumentos ao longo de cada etapa. Os mesmos serão aplicados, avaliando-se seu desempenho em relação à experiência do usuário, permeando tópicos que relacionam os aspectos necessários para atingir o nível qualidade esperado pelo mesmo, medido em função das suas necessidades e expectativas declaradas em relação à edificação.

A escolha deste tema da pesquisa foi direcionada para o uso de modelos tridimensionais virtuais e físicos, devido ao avanço proporcionado pelas tecnologias da informação nos últimos anos, gerando um campo vasto de possibilidades de estudo. A utilização de dois modelos com características de representação distintas pode revelar importantes dados e possíveis contribuições na utilização de cada modelo de simulação do projeto.

Portanto, os **objetos de estudo** desta pesquisa são os modelos físicos e virtuais que serão utilizados como instrumentos à serem avaliados. Ressalta-se que a pesquisa avaliará um projeto de habitação por meio de simulações com esses modelos, a partir do ponto de vista de potenciais usuários da tipologia de projeto pré-definida. Observando que os resultados obtidos na avaliação não serão utilizados para aperfeiçoar o projeto analisado, mas que servirão de base para a formulação de futuros roteiros de aplicação desses instrumentos de simulação em avaliações pré-projeto.

1.1. Objetivos

O **objetivo principal** desta pesquisa é avaliar quais características dos diferentes instrumentos de simulação, composto por um modelo físico em escala reduzida e um modelo virtual de uma habitação, podem contribuir na comunicação entre projetistas e potenciais usuários de HIS, visando melhorar o processo projetual.

Os **objetivos específicos** da pesquisa são:

- Desenvolver um roteiro para aplicação de cada modelo de simulação escolhido, o físico e o virtual, para um projeto habitacional;
- Identificar as potencialidades dos meios aplicados conforme as percepções dos usuários;
- Elaborar uma análise comparativa e combinatória entre os instrumentos, a fim de verificar se ou quando um instrumento complementa o outro ou ainda, em quais aspectos eles auxiliam ou não na compreensão do projeto arquitetônico.

1.2. Justificativa

Diante da diversidade de temas que envolvem a discussão do processo de projeto, este trabalho procura aprofundar-se no avanço de conhecimento da área de avaliações projetuais com a participação efetiva de usuários neste processo. O campo de Avaliações Pós-Ocupação (APO) vem sendo amplamente divulgado e desenvolvido nas últimas décadas por diversos pesquisadores (BECHTEL et al., 1987; PREISER et al., 1988; ORNSTEIN et al., 1995; RHEINGANTZ et al., 2009; entre outros), entretanto, nas Avaliações Pré-projeto (APP), uma busca aprofundada nos periódicos da área revela lacunas de estudo ainda à serem exploradas, principalmente no desenvolvimento de métodos para essa avaliação.

Por isso, este trabalho propõe a avaliação de possíveis estratégias que permitam melhorar a comunicação entre os envolvidos nas etapas iniciais do projeto. Devido à excessiva padronização das HIS no país (VILLA et al., 2015), a configuração da habitação não corresponde satisfatoriamente à maioria dos requisitos de seus usuários (CONCEIÇÃO, 2015;

AZUMA, 2016). Sendo assim, uma solução importante estaria em “agregar valor ao ambiente construído através da melhoria da qualidade do projeto para que efetivamente sejam proporcionados benefícios aos usuários” (BALDAUF et al., 2013, p. 178).

O morador expressa o desejo de fornecer à sua residência, características individuais, cuja padronização dos projetos não permite. A qualidade da habitação para o usuário manifesta-se tanto em atributos físicos como psicológicos – habitabilidade, segurança, adequação de uso, estética e economia – alcançados através da personalização de espaços (BRANDÃO, 2011).

Portanto, a dissertação está estruturada na criação de um estudo exploratório que consiste em estratégias capazes de fornecer indicadores qualitativos sobre uma habitação e requisitos dos seus potenciais usuários, ainda na fase de concepção do projeto. Tais estudos visam identificar, nos grupos estudados, quais aspectos projetuais são mais relevantes na definição do projeto habitacional.

O trabalho parte do princípio de que os modelos de simulação, virtual e físico, podem auxiliar na coleta dessas informações sendo aplicáveis em avaliações pré-projeto. Além disso, os modelos propostos são de fácil fabricação e possuem potencial para aplicação para um grande número de pessoas, podendo gerar um banco de dados que oriente projetistas na produção de empreendimentos futuros.

1.3. Descrição dos Capítulos

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos:

O **Capítulo 1** refere-se à introdução do estudo, descrevendo o contexto na qual está inserido, assim como a justificativa e objetivos deste trabalho;

O **Capítulo 2** apresenta a fundamentação teórica que aborda os assuntos principais que envolvem o desenvolvimento da pesquisa, direcionando o estudo;

O **Capítulo 3** mostra como o método de pesquisa foi definido, o desenvolvimento dos modelos de simulação e como ocorre a coleta de dados junto aos usuários;

O **Capítulo 4** descreve a aplicação do estudo exploratório com os usuários por meio de etapas de aperfeiçoamento dos modelos de simulação;

O **Capítulo 5** faz uma avaliação dos modelos de simulação através dos resultados obtidos nas dinâmicas com os usuários;

Por fim, o **Capítulo 6** apresenta as considerações finais sobre a pesquisa, as contribuições do modelo para o processo de projeto, limitações e direcionamentos para questões futuras de pesquisa.

2. COMUNICAÇÃO NAS ETAPAS INICIAIS DO PROCESSO PROJETUAL

A presente pesquisa aborda diversos aspectos sobre a compreensão do projeto arquitetônico por meio de diferentes instrumentos que auxiliam na comunicação entre o projetista e o usuário cuja edificação é destinada. Esses instrumentos, por sua vez, envolvem aspectos das Relações Ambiente e Comportamento (RAC), de avaliações participativas, de simulações e experiências de uso, que serão fundamentados neste capítulo.

Nas Relações Ambiente Comportamento são discutidos como as pessoas percebem e interagem com o ambiente que os cerca, e como isso pode auxiliar os projetistas a desenvolver estratégias que facilitem a comunicação entre os agentes envolvidos no processo de projeto.

Nas Avaliações Qualitativas é abordado o conceito de qualidade em arquitetura e como o processo de avaliação anterior ao projeto e posterior à edificação é decisivo para a produção de habitações que correspondam às expectativas e necessidades dos usuários.

A simulação com o uso de modelos tridimensionais é caracterizada posteriormente, definindo os termos e características dos modelos que serão apresentados nessa pesquisa. O conceito de Realidade Virtual também é discutido nesse capítulo, investigando as possibilidades de aplicação dessa tecnologia no contexto da pesquisa.

Depois de abordar esses temas, a texto discute como a experiência do usuário pode ser estudada para direcionar o desenvolvimento de ferramentas que facilitem a criação de estratégias de comunicação entre humano-máquina no contexto do projeto de arquitetura.

2.1. Relações Ambiente e Comportamento

Este tópico trata da área de estudos das Relações Ambiente e Comportamento (RAC) que abrange conceitos trazidos da psicologia ambiental, comportamento espacial e as demais características subjetivas inerentes à relação que se estabelece entre o usuário e o ambiente sócio físico que o recebe. A seguir, apresentam-se alguns tópicos importantes ao desenvolvimento da comunicação com usuários por meio de avaliações participativas, objetivo deste estudo.

A comunicação durante o processo de projeto de arquitetura, nada mais é do que uma maneira de aumentar a qualidade de vida das pessoas, dos usuários das edificações. É de fundamental importância que o arquiteto desenvolva o desejo de atender à permanente necessidade de uma interação efetiva do homem com o meio ambiente, favorecendo seu crescimento pessoal em harmonia com o ambiente e a sociedade (OKAMOTO, 2002).

Kowaltowski et al. (2000, p.2) apontam em seus estudos sobre metodologia de projeto que o grande desafio nas pesquisas em arquitetura tem sido, “a introdução sistemática de conhecimento de fatores comportamentais no processo criativo”. Reforça ainda a necessidade dos pesquisadores de, na concepção inicial, introduzir regras com profundo conteúdo humanista e científico no seu processo de projeto.

Bestetti (2014, p.602) também destaca a importante relação homem e arquitetura:

Arquitetura é a arte de construir para atender aos desejos da sociedade, buscando seu bem-estar, conforto e segurança [...] O ambiente onde estamos inseridos, seja ele construído ou não, emite estímulos que podem nos agradar ou desagradar, gerando sensação de desconforto se houver grande disparidade com os limites do nosso corpo. Além disso, a bagagem cultural do indivíduo determinará o que lhe é agradável ou não, pois as escolhas dependem da história de cada um.

Diante disso, é necessário um aprofundamento da noção de percepção ambiental do indivíduo, que é influenciada diretamente pela vivência de cada pessoa, cabendo ao pesquisador, analisar essa relação indivíduo-ambiente.

Conforme Faggionato (2005) a percepção ambiental pode ser entendida como uma tomada de consciência do ambiente pelo homem, ou seja, o indivíduo percebe o ambiente no qual está inserido e aprende a explorar e interagir com o mesmo. Com isso, o estudo dessa disciplina é de fundamental importância para que possamos compreender melhor as inter-relações entre o homem e o ambiente, num contexto mais amplo, compreendendo suas expectativas, anseios, satisfações e insatisfações, julgamentos e condutas (FERNANDES, et al., 2005).

Especificamente na Arquitetura e Urbanismo, aplicam-se os conhecimentos em relação à percepção ambiental, de acordo com Okamoto (2002, p.9), na necessidade de “criar o ambiente perceptivo do homem para seu desenvolvimento adequado, utilizando uma linguagem ambiental”. Essa linguagem ambiental, parte da constituição de que o

espaço arquitetônico deve favorecer o “equilíbrio, a harmonia e a evolução espiritual do homem, atendendo às suas aspirações, acalentando seus sonhos, instigando as emoções de se sentir vivo, desenvolvendo nele um sentido afetivo em relação ao locus” (OKAMOTO, 2002, p.15).

Kowaltoski et al. (2000) complementam que a arquitetura tem a capacidade de influenciar a percepção e cognição dos espaços nos indivíduos, contudo, não deve modificar seu comportamento ao ponto de transformar sua personalidade. Portanto, a arquitetura teria, de fato, um importante papel de fornecer não somente o abrigo ao homem, mas também promover inter-relações que influenciam por completo seu modo de vida, seja positivamente ou negativamente.

Kowaltowski et al. (2000) revelam ainda, que as pesquisas envolvendo o comportamento humano são abordados mais na teoria do que na prática projetual em arquitetura, e que esse quadro precisa de mudanças. Uma vez que a interpretação desses dados de pesquisa apresentam certo grau de complexidade, e isto dificulta a comunicação de resultados que direcionem projetos futuros.

Por isso, iniciar esta pesquisa investigando a relação ambiente-indivíduo partindo da psicologia ambiental mostrou-se um caminho mais sensato, pois, segundo Lee (1976), a psicologia ambiental se preocupa com todos os vários conceitos que o homem concebeu para representar o espaço. O estudo das respostas do homem aos estímulos do ambiente ao seu redor, despertando o desejo ou aversão, é um caminho fundamental a ser descoberto pelos arquitetos para aprimorar o ambiente edificado (LEE, 1976).

Principalmente na arquitetura, o entendimento do sentido espacial nas pessoas é de suma importância. Esse sentido é desenvolvido, através do ambiente físico que vivenciamos diariamente, composto pelas pessoas, edificações e pelos equipamentos que nos permitem desenvolver atividades (BESTETTI, 2014).

Segundo Bestetti (2014), o comportamento humano em relação ao ambiente depende de fatores subjetivos, tais como as experiências vividas, os valores culturais do grupo social do qual o indivíduo faz parte e da seleção de códigos de referência significativos para a interpretação da realidade. Sendo assim, pode-se afirmar que a realidade de cada um é única, desenvolvida a partir de filtros mentais específicos (BESTETTI, 2014).

Essa informação subjetiva também pode ser entendida como elementos intervenientes dos sentidos internos, das motivações pessoais, ou ainda, da interpretação dos fatos que dão origem as ações externas. Cada ação é precedida de um pensamento consciente, inconsciente ou de ambos e, portanto, o desafio do arquiteto é compreender a origem dessas atitudes, cuja fonte é modeladora do comportamento dos usuários (OKAMOTO, 2002).

É importante destacar que tanto o ambiente edificado quanto o ambiente projetado despertam nas pessoas diferentes sensações que dependem de valores subjetivos. No objeto real edificado, as informações sobre os fatores que influenciam a relação do indivíduo com o ambiente podem ser mais evidenciadas. No entanto, por meio de simulações do ambiente projetado, essas informações também podem ser coletadas e estudadas, prevendo aspectos comportamentais dos indivíduos.

Uma forma de compreender essas características tão peculiares do comportamento das pessoas e promover mudanças no modo de se fazer arquitetura, seria por meio de pesquisas avaliativas. Esse tipo de pesquisa, segundo Ornstein e Roméro (1992, p.18) “objetivam coletar, analisar e interpretar sistematicamente informações a propósito da implementação e eficiência de quaisquer intervenções humanas, para otimizar condições sociais e comunitárias”. Entretanto, a avaliação de tais aspectos exige uma abordagem perceptiva e cognitiva por parte do pesquisador. Essa abordagem é necessária em função das características dinâmicas, físico-espaciais do espaço urbano e sua relação com os indivíduos na área de estudo ambiente-comportamento.

Abordagens perceptivas e cognitivas nas RAC variam de acordo com a visão de psicólogos, geógrafos, arquitetos e planejadores, porém, podem ser compreendidos, em linhas gerais, como a percepção sendo a apreensão imediata da informação sobre determinado espaço por meio de um ou mais de nossos sentidos, podendo ocorrer devido à presença de objetos, eventos ao redor, sempre conectados ao comportamento imediato do indivíduo. Enquanto que a cognição é o modo como a informação, depois de recebida no cérebro, é codificada, armazenada e organizada, criando um processo mental na qual a pessoa vai acumulando conhecimento e definindo valores (GOLLEDGE; STIMSON, 1997).

Chan (2011) define processos cognitivos como camadas de informações que vão se organizando e acumulando em nossa mente. Segundo o autor, essas operações mentais são

definidas conforme as habilidades ou inteligências humanas que organizam a informação de maneira diferente para cada indivíduo, resolvendo problemas e convertendo conceitos em formas.

Golledge e Stimson (1997) descrevem como esses processos funcionam em nossa mente e para isso citam a experiência de perceber a rua que vivemos estando fisicamente lá. O autor explica que conhecer o caminho até o trabalho depende de uma organização cognitiva das informações no nosso cérebro decorrente de uma série de pequenas percepções que vão sendo experimentadas ao longo de todo o trajeto. Por isso, as estruturas cognitivas que vamos criando ao longo da vida influenciam essa série de percepções que temos do espaço, o que leva a uma compreensão diferente de dois indivíduos de um mesmo aspecto, em função de suas experiências anteriores ao longo da vida serem, inevitavelmente, distintas.

Se considerarmos que cada indivíduo possui valores e experiências diferentes que certamente influenciarão sua percepção e cognição a respeito dos ambientes, como é possível analisar esses dados tão discrepantes? Pensando em compreender esse questionamento, Golledge e Stimson (1997) elencam fatores que influenciam a natureza e estrutura desse ambiente percebido, como a escala percebida, a funcionalidade, a capacidade de identificar as coisas, capacidade de foco e atenção, necessidades individuais e valores, localização e orientação, dentre outros.

Em função dessa disparidade de compreensão individual em relação ao ambiente é necessário fazermos o uso de diferentes instrumentos de abordagens do indivíduo durante os processos avaliativos. Ornstein e Roméro (1992) recomendam, por exemplo, que sejam utilizados no mínimo três instrumentos diferentes de coleta de dados em avaliações cujas informações têm origem na capacidade de percepção e cognição do usuário. Tais instrumentos podem ser entendidos como: questionários, entrevistas, medições técnicas, simulações e observações do comportamento do usuário, dentre outros.

Ainda sobre esse processo mental de cada indivíduo, Reis e Lay (2006) consideram que a qualidade dos projetos está diretamente ligada ao comportamento dos usuários, sendo que este aspecto pode ser mensurado, através das abordagens perceptivas e cognitivas. Ponderam ainda que não se pode falar em qualidade de projeto sem saber se as atividades previstas são realizadas de maneira satisfatória, ou seja, as avaliações de

desempenho julgam os projetos mais qualificados, principalmente, sob o ponto de vista dos usuários.

Sobre a qualidade no ambiente projetado e construído, Kowaltowski et al. (2012), apontam que o conceito envolve todo o processo de projeto, desde o planejamento anterior ao projeto, até a produção, manutenção e uso condizente com a função proposta. E para contribuir nessa gestão da qualidade, a inserção efetiva dos diversos agentes do processo de projeto, principalmente, cliente e usuário são de suma importância, pois contribuem para a transparência do processo gerando indicadores para a verificação posterior da obra (KOWALTOWSKI et al., 2000; KOWALTOWSKI et al., 2012).

Ocorre que, comumente, o projetista interpreta as informações como imagens conhecidas em sua mente de forma heurística como uma fonte empírica para decisões projetuais (ZEISEL, 2006). Essas informações transmitem sentimentos em relação ao ambiente projetado, porém, não podem ser usadas para avaliar especificidades isoladas de um conceito de projeto. Para tanto, é necessário um conjunto duplo de informações: pesquisa e avaliação por meio de testes; notavelmente um conjunto eficiente para ajudar a gerar ou testar novas conjecturas (ZEISEL, 2006).

Essas conjecturas são difíceis de serem analisadas, pois os ambientes são compreendidos, percebidos e interpretados de modos distintos por arquitetos, cientistas sociais e usuários leigos, tendo em vista a herança e as variações culturais de cada indivíduo (ORNSTEIN et al., 1995). E ainda, segundo Ornstein et al. (1995), os cientistas sociais possuem uma tendência mais analítica em relação ao arquiteto, e que, por isso, ambos deveriam atuar em conjunto, em estudos de RAC. É que, por vezes, ocorre problemas de repertório a medida que os primeiros apresentam uma formação mais analítica e perceptiva, enquanto que os arquitetos, uma visão mais prática, sendo que o usuário leigo, apresenta uma visão mais associativa (ORNSTEIN et al., 1995).

É importante ressaltar que desenvolver pesquisas avaliativas com dados subjetivos não garante uma possível interferência causal. Lee (1976) explica que isso só é garantido se o pesquisador tiver identificado e controlado com sucesso todas as possíveis variáveis interferentes, o que é muito difícil de alcançar. Em síntese, o autor demonstra que a dificuldade não está na manipulação ou medição da variável dependente, mas no controle de variáveis interferentes.

Por isso, é importante garantir a participação efetiva dos usuários no processo de projeto, contudo, não é uma tarefa simples visto que identificar desejos e anseios das pessoas demandam o uso de métodos não convencionais de coleta de dados, capazes de coletar e interpretar informações subjetivas. Além disso, Imai (2013) recomenda que haja um processo de comunicação facilitado, onde tanto o projetista quanto o futuro morador consigam compreender a linguagem que cada um emprega e as consequências de cada ato projetual. Entendendo-se por linguagem, o modo como o projetista aborda o usuário durante o processo de projeto e, reciprocamente, o usuário transmite sua percepção ao projetista.

Também vale destacar que nem sempre a satisfação do usuário estará ligada aos padrões arquitetônicos cujo projetista acredita serem ideais, visto que qualquer pessoa, em algum momento de sua vida, tem a experiência de habitar um espaço edificado e, portanto, desenvolve sua própria percepção do que a satisfaz ou não.

Outro aspecto relevante, é que nas avaliações participativas é possível perceber um comprometimento maior por parte do usuário de analisar corretamente o objeto de estudo, desenvolvendo em certos casos, um sentimento de afeto pelo projeto de sua própria habitação que resultará numa aceitação maior das decisões projetuais (IMAI et al., 2015). Imai (2013) reforça que a participação do usuário no contexto da produção de sua habitação não é apenas para alcançar o produto edificado final ideal, mas também um estímulo para o comprometimento, à compreensão e a aplicação e o uso correto dos sistemas que envolvem a habitação.

Sabe-se, que simular ambientes projetados é uma estratégia que auxilia a compreensão de aspectos subjetivos dos usuários (IMAI, 2010; AZUMA, 2016), pois, utilizam-se métodos flexíveis de abordagem que permitem ao pesquisador capturar informações que dificilmente seriam coletados através de métodos tradicionais, como questionários ou entrevistas, por exemplo. Na maior parte dos casos, um usuário leigo pode não compreender a linguagem técnica do projetista: plantas, cortes e elevações. Sendo assim, as simulações mostram-se uma importante ferramenta de comunicação no processo de projeto, visto que esse método é capaz de processar diferentes tipos de informações oriundas das relações ambiente-comportamento.

2.2. Avaliações Qualitativas

Avaliar é um processo necessário, principalmente no campo da Arquitetura e do Urbanismo, por se tratar de uma ciência da área social aplicada, ou seja, existe a dificuldade de mensurar seus valores por meios convencionais de medidas. Voordt e Wegen (2013) defendem que por meio das avaliações podemos aprender lições que levam ao aprimoramento do projeto examinado e melhoram a qualidade do programa de necessidades, do projeto, da construção e do ambiente construído. O autor defende também a avaliação com metas práticas, como será o caso dessa pesquisa, cujo estudo científico visa contribuir para a formulação de novas teorias e desenvolvimento de novas ferramentas derivadas das metas principais.

O termo qualidade é amplo e envolve diferentes pontos de vista e questionamentos. A qualidade do projeto no campo da arquitetura, engenharia e construção envolve “diferentes dimensões econômicas, sociais e culturais, perpassando os entendimentos e interesses de diferentes agentes, projetistas, construtores e usuários e, ainda, em um ciclo de vida dinâmico em que a vivência com o edifício e com sua inserção na cidade vai se transformando” (FABRICIO et al., 2010, p.20).

Voordt e Wegen (2013) subdividem a aplicação do conceito de qualidade, classificando-o em “qualidade arquitetônica” e “qualidade funcional”. O primeiro é determinado em função do papel que a edificação desempenha na discussão da arquitetura, relações de forma, função, contexto e significado. Enquanto que o segundo, “qualidade funcional”, é determinado pela capacidade da edificação de exercer as funções previstas para ela, oferecendo um nível de apoio às atividades desejadas, retorno econômico favorável e proporção otimizada entre preço e desempenho.

Diante dessas definições, mostra-se mais relevante para a discussão desta pesquisa, o conceito de qualidade funcional, visto que, ao atender as funções previstas e almejadas pelos agentes envolvidos no processo de projeto, obtém-se, num sentido mais amplo, maior qualidade do projeto.

A aferição da qualidade no processo de projeto é oriunda das avaliações de um programa de necessidades “*ex ante*” (antes do fato) e quando a edificação já está pronta “*ex*

post' (após o uso) podendo contribuir para a melhoria da qualidade do ambiente, pois verificam se o objeto de estudo corresponde aos desejos e exigências dos futuros ou atuais usuários (VOORDT; WEGEN, 2013).

Com isso, as Avaliações Pós-Ocupação e as Avaliações Pré-Projeto são importantes aliados na compreensão do comportamento humano e dos reflexos de seus atos na produção do ambiente construído. Essas avaliações constituem-se num conjunto de métodos que buscam a melhor compreensão das demandas habitacionais pela listagem dos aspectos negativos e positivos identificados através opinião dos usuários e pelos levantamentos dos técnicos (RHEINGANTZ et al., 2009; VILLA; ORNSTEIN, 2013).

Subtende-se que cada APO é um estudo de caso que gera dados sistemáticos para realimentar um ciclo do processo de produção de ambientes semelhantes. Em suma, essa avaliação pode ser entendida como um método interativo que detecta patologias e determina terapias no decorrer do processo de produção e uso dos ambientes construídos, através da participação intensa de todos os agentes envolvidos na tomada de decisões (ORNSTEIN; ROMÉRO, 1992).

Contudo, os instrumentos comumente utilizados na etapa de APO (questionário e entrevistas) ainda que úteis para identificar problemas existentes no ambiente construído, podem não ser os mais adequados para o início do processo projetual. Já as simulações como ferramenta de avaliação mostram-se mais efetivas na coleta de dados nas etapas iniciais do projeto, em função da virtualidade do processo e do modo de comunicação mais didático entre os agentes envolvidos (IMAI et al., 2015).

Diante do exposto, a simulação mostra-se uma ferramenta essencial na fase pré-projeto. Bechtel et al. (1987) define a Avaliação Pré-Projeto, do inglês *Pre-Design Research*, como um conjunto de métodos e técnicas que buscam oferecer subsídios qualitativos para a definição de parâmetros a serem contemplados no processo projetual, semelhante aos procedimentos de APO, amplamente discutida por muitos autores. Portanto a APP está associada à etapa de planejamento, sendo prévia à construção da edificação, ainda na programação arquitetônica, concepção e desenvolvimento do projeto.

A programação, do inglês *programming*, é um processo que conduz ao encontro do problema arquitetônico e as exigências a serem cumpridas para oferecer as soluções

adequadas. Esse método estrutura as informações do projeto que um programa de necessidades deve abranger e serve como *checklist* para a atividade de programação (PEÑA; PARSHALL 2001).

A programação arquitetônica é o estágio de definição do projeto – a hora de descobrir a natureza do problema projetual, e não a natureza da solução projetual. É o momento em que os valores relevantes do cliente, usuário, arquiteto e sociedade são identificados; objetivos importantes do projeto são articulados; fatos sobre o projeto são descobertos; e o gerenciamento das necessidades são explicitadas (HERSHBERGER, 1999, p.292).

Por isso, a APP também envolve a etapa de programação arquitetônica, pois, identifica prioridades e necessidades reais dos usuários, além de compreender as relações funcionais entre o contexto e o espaço físico planejado, facilitando o desenvolvimento do projeto, visto que as interferências serão previamente identificadas, antevendo conflitos.

De maneira semelhante, entende-se que a APP é um processo sistematizado de simulação do desempenho do ambiente construído realizado ao longo do processo decisório de projeto (Ornstein et al., 1995), com o objetivo de identificar, com a ajuda dos futuros ocupantes, possíveis falhas ou problemas, tanto para a vida dos ocupantes como para o desempenho do ambiente projetado (RHEINGANTZ et al., 2009).

E, complementarmente, Hershberger (1999) afirma que a fase de pré-projeto corresponde aos estudos preliminares de viabilidade econômica, escolha do lote adequado e programa de necessidades com diagramas e fluxos. E após a conclusão destes, a programação arquitetônica é iniciada através de inúmeros aspectos – valores humanos, ambientais, culturais, tecnológicos, econômicos, estéticos e de segurança - desenvolvidos em colaboração com os agentes envolvidos no processo, especialistas, cliente, usuário ou comunidade, de acordo com a natureza do projeto (HERSHBERGER, 1999).

Com relação às estratégias de avaliação em nível de pré-projeto, FERREIRA (2009) entende que se trata de a uma abordagem preliminar a partir das informações reunidas e organizadas, visto que, a APP pode ser entendida como simulações de projeto, onde o cenário do contexto interfere diretamente em um possível resultado dimensionado.

Ainda sobre os instrumentos empregados em APP, Ornstein et al. (1995) complementam que essa avaliação contempla certas características dos estudos de viabilidade técnica, via de regra desenvolvidos antes da primeira etapa do processo de produção e uso do ambiente objeto de estudo. E que, para alcançar esse objetivo, essencialmente, levantam-se as necessidades e as exigências dos usuários que irão ocupar um futuro ambiente/edifício, utilizando, para tanto, as ferramentas de simulação: modelos e CAD (*Computer Aided Design*). Esses modelos podem ser entendidos como maquetes ou protótipos, físicos ou virtuais que permitem a simulação de projetos oriundos de sistemas de desenho assistido por computador.

Portanto, diante dessa abordagem metodológica das avaliações anteriores e posteriores ao projeto, conclui-se que ambas estão centradas na relação entre o especialista (projetista) e o usuário. De modo que a parceria entre ambos contribui em prol do sucesso do projeto.

Para Ornstein et al. (1995), considerando ainda a importância do processo participativo de opiniões e necessidades dos usuários, a APP e a APO, estão intimamente ligadas com outros dois campos do conhecimento analisados previamente neste estudo: as relações do ambiente-comportamento e a percepção ambiental, possibilitando a determinação de ambientes adequados aos usuários e suas particularidades.

Por isso, ambas as avaliações, APP e APO, necessitam de uma compreensão importante do avaliador sobre o comportamento dos usuários. Ornstein e Roméro (1992) apontam que em função das múltiplas técnicas que podem ser utilizadas para entender o ponto de vista dos usuários, os resultados são facilmente influenciados por subvariáveis como: adequação ao uso, proximidade, privacidade, interação, identidade cultural e ordem social, entre outras que devem ser analisadas. A abordagem dos usuários durante toda a avaliação deve ser controlada para que o usuário expresse sua opinião sincera sem qualquer tipo de influência.

Diante dessas questões, pode-se direcionar o modo como se avalia o projeto junto aos usuários para fugir de tendências pré-concebidas. É importante permitir um diálogo livre com o indivíduo para extrair todos esses aspectos citados anteriormente que, mesclados com a experiência do projetista, permitam a produção de projetos que cumpram as necessidades esperadas.

De acordo com Imai (2010), um dos agravantes para se alcançar o entendimento das características e necessidades das pessoas está na relação entre o projetista e o usuário no processo de comunicação, onde, por vezes, a linguagem por meio de instrumentos de representação bidimensional não é compreensível ao leigo. Uma prática profissional comumente utilizada para facilitar a comunicação do projeto é a apresentação através de perspectivas (representações tridimensionais num plano bidimensional) ou a visualização tridimensional em tempo real do projeto por meio de um software na tela do computador. No entanto, essas estratégias estão restritas a apresentação e comunicação de ideias, e dificilmente estimulam a participação das pessoas no processo de projeto.

Para permitir uma participação efetiva dos usuários no processo de projeto, seria interessante uma variedade de instrumentos de avaliação aliados à experiência do profissional avaliador pode diagnosticar fatores diferentes em cada procedimento, o que enriquece a qualidade dos dados obtidos e conseqüentemente, a capacidade de propor melhores soluções para os problemas encontrados durante o processo (ORNSTEIN; ROMÉRO, 1992).

Em suma, recomenda-se aplicar, sistematicamente, as APPs e APOs, pois o comportamento das pessoas é dinâmico em relação ao ambiente, sendo alterado pelo contexto cultural, social e temporal. Por isso, a avaliação, seja via simulações (APP), seja do ambiente construído no decorrer do uso (APO), pode contribuir para “minimizar falhas, falta de comunicação e problemas profissionais decorrentes das divergências de repertórios, em especial entre arquitetos, usuários e outros agentes atuantes no processo de produção e uso do ambiente” (Ornstein et al., 1995, p.40).

Outro ponto importante a ser observado é o formato dos resultados dessas avaliações com potenciais usuários. Kowaltoski et al. (2000) relatam a dificuldade de aplicação dos resultados dessas avaliações, mas especificamente da APO, na aplicação de descobertas técnicas aos projetos novos de arquitetura. Segundo os autores, há uma falta de informações visuais que representem os resultados dessas pesquisas, visto que o ato de projetar apoia sua comunicação principalmente em representações gráficas.

Para melhorar a comunicação dos resultados dessas avaliações, Kowaltoski et al. (2000) recomendam que a utilização da realidade virtual e das simulações de ambientes devem ser aplicados com mais frequência, não apenas no processo criativo de um projeto

novo, mas também dentro do processo de avaliação e coleta de dados para criar um acervo de percepções e pesquisar reações controladas de usuários reais ou potenciais.

Portanto, diante da fundamentação teórica acerca das avaliações descritas, entende-se que a ferramenta de simulação é um método importante para a fase de pré-projeto, pois não existem grandes dificuldades para sua realização, além de permitir flexibilização de escalas, ampla variedade de materiais e tecnologias disponíveis e ainda, a possibilidade de mudanças no projeto durante as avaliações até que se encontre a solução mais adequada às necessidades dos usuários.

2.3. Simulações com Modelos Tridimensionais

Este tópico consiste em uma reflexão sobre as simulações como estratégia de pesquisa em arquitetura. Diante das inúmeras ferramentas disponíveis para aplicação de tal método, é imprescindível um aprofundamento maior das questões que envolvem a relação do usuário com ambientes simulados - cuja finalidade é definir, de maneira mais eficiente, os procedimentos a serem aplicados no decorrer da pesquisa.

Antes de iniciar os estudos de aplicação das avaliações por meio de modelos simulados, é importante definir os termos a serem utilizados no sentido de fundamentar corretamente a estratégia de pesquisa proposta. Para tanto, foram analisadas definições de diferentes autores de diversas áreas que tangenciam a Arquitetura, como a Psicologia, para a compreensão do termo “simulação”.

Num sentido mais amplo, segundo Ferreira (2010), a simulação está relacionada à imitação do funcionamento de um processo por meio do funcionamento de outro, podendo ser entendido também, como um teste, experiência ou ensaio em que se reproduz artificialmente uma situação, ou as condições reais de um meio ou fenômeno, frequentemente, realizado com modelos.

Inicialmente, o termo simulação nas pesquisas de Ciências Sociais foi definido como a construção ou manipulação de um modelo operatório representando o todo, ou parte de um sistema ou processos que o caracterizam (BRUYNE, 1977 apud VICENTE, 2005). Já Vicente (2005) define o termo na metodologia de pesquisa em Ciências Sociais como um

“experimento virtual”, um modelo capaz de fazer projeções de eventos futuros, inserindo-se tanto no “contexto de descoberta” quanto no “contexto da prova”. Ou seja, tais autores entendem o ato de simular como um processo sistematizado de manipulação de modelos refletindo características reais ou propostas.

Em uma descrição mais recente, Wang (2013) conecta diretamente a simulação ao computador entendendo que a simulação é a representação do comportamento ou características de um sistema através do uso de outro sistema, especialmente um programa de computador projetado para o propósito. Essa definição abrange o significado geral da simulação, mas também reconhece a crescente dominância do computador neste campo.

Kleiboer (1997) insere o conceito mais próximo dessa pesquisa, quando coloca a técnica de cenários na mesma categoria de simulações. Segundo a autora a combinação entre o computador e o homem favorece a criação de cenários, que são novas formas de se imaginar a realidade, testar hipóteses e aprender interativamente.

Wang (2013) descreve também uma importante aplicação da técnica de cenários em análises de natureza forense, tanto para entender eventos passados como para testar condições de projetos futuros. Como exemplo, o autor cita o caso do atentado ao prédio do World Trade Center, Nova York em 2001. As técnicas de simulação foram capazes de prever que os ocupantes dos noventa e um andares abaixo de onde o avião se chocou, poderiam ter deixado o edifício antes do colapso da torre se, ao menos, uma das escadas do prédio permanecesse intacta. Com isso, a simulação consegue prever diferentes situações em eventos e cenários variados, indicando diretrizes para projetos futuros.

Conforme Wang (2013) a simulação é também um importante instrumento de pesquisa que pode ser implantado em uma ampla gama de tópicos, para fins que vão desde aplicações altamente direcionadas em propostas de projeto e para a construção de teorias. E, do mesmo modo, a simulação frequentemente também serve a muitos usos, como tática dentro de outras estratégias de pesquisa ou em estratégias combinadas de pesquisa.

Em particular, a combinação de experimentos com as simulações em fases sequenciadas [...] mostrou-se eficiente em projetos de pesquisa correlacionados ou qualitativos, pois elucida as reações das pessoas à vários cenários, e, ainda nos dá conhecimento sem ultrapassar barreiras éticas, perigos físicos ou despesas financeiras das condições atuais (WANG, 2013, p.249).

Wang (2013) afirma ainda que a simulação está atrelada as diversas situações geradas através de ferramentas de representação, visto que a representação denota uma imagem fixa do objeto real, seja um desenho arquitetônico ou uma fotografia. Neste sentido, os modelos tridimensionais também são representações, contudo, somente quando dados são gerados a partir da representação de diversos cenários, pode-se dizer que a simulação está ocorrendo.

Ainda assim, a simulação é diferente de uma representação convencional de um modelo. Como exemplo, Azuma¹ relata que a diferença está no modo como o projeto é constituído, pois num projeto de arquitetura, os edifícios são representados através de plantas, cortes e elevações, enquanto que em projeto de aviões ou carros, eles são simulados desde o início da concepção.

Sob esses aspectos, Sommer e Sommer (1991) aconselham que quando realizamos experimentos com simulações, tais procedimentos devem se parecer com situações reais, entretanto, não podem confundir-se com a realidade. E ainda, devem ser realizados de tal modo que não causem desconforto ao participante ou sensação de que um desempenho específico está sendo esperado do mesmo.

Azuma (2016) conclui que a simulação pode ocorrer com o uso de objetos bidimensionais ou tridimensionais, estáticos ou dinâmicos. E o que caracteriza a simulação, portanto, são os resultados das atividades obtidas com o uso e a interação com as ferramentas favoráveis à compreensão das relações entre o objeto de representação e a realidade representada.

Também é importante atentar-se para algumas limitações que devem ser consideradas na simulação durante uma coleta de dados, segundo Wang (2013):

- 1) Verificar se os dados são incompletos;
- 2) Verificar se as informações não são espontâneas;
- 3) Atentar para que as informações da simulação sejam cuidadosamente interpretadas.

¹ Maurício Hidemi Azuma em aula ministrada no dia 18 de novembro de 2016 na disciplina de Inovações tecnológicas no processo projetual – a representação, a simulação e a materialização do digital, do programa de Mestrado em Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo – PPU – UEM/UEL.

Em síntese, as características desejáveis aos modelos de simulação nesta pesquisa, são: representação do cenário próximo ao real, mas que não se confunda com a realidade; a combinação da simulação com outras técnicas de coleta de informação; a interação modelo/participante e a correta interpretação dos dados coletados.

No contexto da simulação, modelo é um conjunto de sistemas que simulam a realidade que está sendo estudada (WANG, 2013). Conforme Wang (2013) esses modelos podem existir em diferentes formas: como um modelo matemático composto por expressões ou a representação tridimensional de espaços reais.

O termo “modelo”, segundo Rozestraten (2003) é bastante amplo e possui sentidos específicos em determinadas áreas do conhecimento. De modo genérico, a palavra modelo relaciona-se à exemplo ideal, referência ou padrão. Enquanto que no universo das ciências, o termo relaciona-se ao processo de conhecimento, envolvendo aspectos ligados à percepção, à experimentação e à reflexão sobre o mundo (ROZESTRATEN, 2003).

Sob esses aspectos, Rozestraten (2003) define os modelos nas seguintes categorias:

- Modelos teóricos ou conceituais;
- Modelos didáticos;
- Modelos experimentais;
- Modelos de referência;
- Modelos de projeto (estudo, experimentação e apresentação).

Tomando as definições de Rozestraten (2003) como referência, o modelo virtual desta pesquisa se enquadra no conceito de modelo experimental, visto que “constitui-se num sistema experimental, eletrônico, construído com o intuito de auxiliar a formular ou testar uma hipótese relacionada ao desempenho de um ambiente, de um sistema construtivo ou de um material específico” (ROZESTRATEN, 2003, p.10). Já o modelo físico se enquadra num modelo de projeto, visto que constitui-se numa representação tridimensional de um objeto ou arquitetura feita em escala matemática. “Essa representação pode se referir a uma arquitetura existente ou um projeto, sendo que quando é representada em uma escala reduzida, denomina-se maquete” (ROZESTRATEN, 2003, p.10).

A maquete, segundo Pupo (2009) não tem a preocupação com materiais que a constituem, pois é voltada para avaliação de volumes e interferências do entorno, possibilitando que as decisões das formas e detalhes possam ser efetuadas diretamente no objeto. Enquanto que os protótipos, que também podem ser de qualquer escala, têm uma preocupação maior com a representação de materiais, avaliação de revestimentos, mobiliários, cores, para fins de avaliação estética ou de uma função específica do objeto durante a fase de projeto (PUPO, 2009).

E em relação aos modelos físicos especificamente, Echenique (1975) apud Azuma (2016) considera que são representações que simulam as formas do objeto, simulando uma realidade, por meio da demonstração de certas características relevantes observadas, podendo ser divididas em dois tipos: icônicos ou analógicos.

Podendo ser compreendidos como icônicos “quando têm a mesma forma do objeto representado, mudando apenas a escala; e analógicos, quando a sua interpretação depende de um conjunto de regras” (SERRA, 2006, p.92). O exemplo de modelo analógico é a representação de plantas, cortes da arquitetura, cuja interpretação pressupõe um conhecimento específico.

Os termos modelo e maquete têm em comum o aspecto da forma, nas suas acepções de origem, existência, construção e reprodução. No entanto, enquanto a palavra modelo se refere tanto a uma forma material ou a algo abstrato, o termo maquete possui uma relação direta com a materialidade da forma, mesmo que não totalmente precisa (ROZESTRATEN, 2003).

Por isso, o termo modelo físico e modelo virtual será utilizado nesta pesquisa, pois, apesar de constituírem uma maquete física e uma maquete virtual, ambos apresentam características de representação que conduzem a geração de dados ligados a percepção, experimentação e reflexão sobre espaços. Os modelos são construídos como ferramentas de coleta de dados qualitativos, e não apenas representam os objetos a serem construídos.

Existem evidências de que as inserções dos modelos em pesquisas que envolvam métodos de simulação facilitam a comunicação no processo de projeto. Zalite (2016), por exemplo, relata em seus estudos que os modelos tridimensionais, virtuais e físicos, inseridos

no contexto avaliativo têm um papel importante de inserir os clientes e usuários nas decisões do projeto, pois trazem clareza nos detalhes, formas, cores e dimensões.

Assim como Rodrigues (2016) em seu estudo, conclui que a utilização do modelo tridimensional como ferramenta de pesquisa em arquitetura, possibilitou identificar as demandas ou requisitos atribuídos pelos usuários idosos na criação de futuras recomendações projetuais que contribuam para construção de habitações mais coerentes ao perfil deste público.

Dessa forma, Celani et al. (2009) destaca que na arquitetura, os modelos tridimensionais são superiores aos modelos geométricos bidimensionais, plantas por exemplo, pois apresentam mais características que identificam o espaço. Reforça que nos modelos bidimensionais, os espaços tendem a ser maiores do que realmente são, pois ocorre uma distorção da perspectiva.

Quando comparados os modelos bidimensionais com os tridimensionais, Imai et al. (2015) constatam que quanto maior o nível de capacidade de abstração e de conhecimento prévio das pessoas, mais fácil será a capacidade de compreensão de uma representação gráfica tradicional. Porém, como essa capacidade é variável conforme o indivíduo, a representação que torna o objeto mais próximo ao universo de conhecimento das pessoas é a melhor forma para tornar este objeto mais inteligível.

A representação tridimensional de um objeto, em contraponto a bidimensional, traz vantagens no entendimento global da edificação, observando que ambos não sejam meios de representação concorrentes e sim por vezes complementares (IMAI et al., 2015).

Contudo, a simulação com modelos físicos em escala reduzida, segundo Imai et al. (2015), possui limitações próprias de seu caráter de modelo reducionista pois gera ilusões na percepção do participante em função da escala reduzida. Ainda segundo os autores, é possível inferir que modelos em escalas maiores (escala real), seriam mais adequados para captação da percepção dos usuários, produzindo menos distorções.

Assim, é importante ressaltar que, apesar dos modelos serem úteis na compreensão de uma determinada realidade, deve-se atentar para sua característica reducionista, no sentido de que o modelo não pode possuir todas as características do objeto, pois neste

caso, não seria um modelo, mas o próprio objeto em si, ficando a critério do pesquisador definir quais características relevantes objetivadas o modelo deve possuir (SERRA, 2006).

Ao considerar os estudos com modelos físicos realizados por Imai et al. (2015) e Zalite (2016) identifica-se a potencialidade de estudos com modelos virtuais em escala real, no sentido de suprir essas distorções causadas pela escala reduzida do modelo físico. Para propor uma simulação em escala real, ou mais próxima do real, esta pesquisa abordará o conceito de realidade virtual para o desenvolvimento de um modelo com características que respondam aos objetivos da pesquisa.

Diante do exposto, esta pesquisa busca verificar as potencialidades de aplicação dos modelos tridimensionais na comunicação, descrição e apresentação do projeto arquitetônico e compreender de que maneira os futuros usuários de HIS percebem ou assimilam os ambientes simulados da habitação.

2.4. Realidade Virtual

A realidade virtual é um ambiente digital gerado por computador que pode ser experimentado, interagindo com o ser humano como se esse ambiente fosse real (JERALD, 2016, p.9).

As técnicas avançadas de computação gráfica, notadamente as simulações realísticas animadas do espaço arquitetônico - arquitetura virtual - podem contribuir enormemente com o processo de comunicação entre usuários e arquitetos, para aferir, previamente, o grau de satisfação dos moradores com suas moradias (MALARD et al., 2002, p.244).

Partindo dessa premissa, o modelo virtual proposto, é baseado no conceito de realidade virtual imersiva. Entretanto, como essa tecnologia foi criada há décadas atrás, em função da evolução de hardware e software, os conceitos estão sempre sendo revistos e atualizados.

Para a compreensão do contexto geral da expressão, Paraizo (2016) explica o paradoxo apresentado no termo “realidade virtual”, podendo ser entendido não como uma oposição do virtual ao real, mas uma oposição do virtual ao termo “atual”.

O “possível” é que complementa, por oposição, o “real”; é aquilo que está constituído, de forma latente, e que, portanto, ainda não existe: ao se tornar real, apenas realizará aquilo que já estava definido. Enquanto isso, o virtual se atualiza e é um problema que se resolve de modo sempre diferente, como criação (PARAIZO, 2016, p.170).

Ou seja, o virtual corresponde a “instâncias específicas dos parâmetros de um algoritmo de computação [...], cada imagem é uma atualização de um complexo conjunto de possibilidades, uma virtualidade” (PARAIZO, 2016, p.170).

A Realidade Virtual (RV) e suas variações representam interfaces avançadas para aplicações computacionais, onde o usuário pode navegar e interagir, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador, usando dispositivos multissensoriais (KIRNER; PINHO, 1997; KIRNER; KIRNER, 2011).

Em essência, a expressão “*virtual reality*” é imersiva, visto que as definições clássicas remetem às imagens criadas por computador que aparentam rodear a pessoa que as vê e parecem reais, entretanto, a RV não está restrita ao aparato, está diretamente ligada ao meio de representação do espaço em meio digital (PARAIZO, 2016).

Segundo Kirner e Kirner (2011), a RV pode ser classificada como não imersiva, quando visualizada no modo janela, ou seja, o utilizador interage com o ambiente através de imagens apresentadas num monitor. E imersiva, quando a interação acontece pelo uso de dispositivos multissensoriais como capacetes, salas de multiprojeção, luvas de dados ou óculos (Figura 1).

Figura 1: Exemplo de RV não imersiva e imersiva



Fonte: MADATHIL; GREENSTEIN (2017, p.505) e Oculus® (2017)²

² <https://www.oculus.com/rift>. Acesso em 02/12/2017.

Complementarmente, um ambiente virtual pode ser definido como “um espaço digital no qual os movimentos do usuário são rastreados e seus arredores são *renderizados* (compostos digitalmente) e exibido aos sentidos, de acordo com esses movimentos” (FOX et al., 2009, p.95).

Segundo Wendt (2011), a imersão corresponde à sensação subjetiva do indivíduo de “estar presente” no ambiente simulado, e que isso é possível, através dos sistemas de navegação inseridos nos dispositivos sensoriais, permitindo que a pessoa explore e se oriente corretamente no espaço simulado.

Kuliga et al. (2015) discute como a RV apresenta potencial para ser uma ferramenta de pesquisa valiosa nos estudos de interação humana com os ambientes simulados. Segundo o autor, dispositivos de imersão em RV são capazes de proporcionar experiências perceptivas e corporais que se relacionam com o desempenho do usuário no mundo real, fornecendo um *feedback* sobre mudanças nas direções de visão, através das rotações da cabeça e do corpo.

A característica imersiva do modelo proposto nesta pesquisa está no fato do usuário não ter mais a visão do ambiente real a partir do momento em que ele coloca um óculos de RV. E a interação no ambiente virtual acontece através da troca entre as imagens que simulam os ambientes, que pode ser realizada a qualquer momento pelo participante da simulação, e através da movimentação livre da cabeça do participante.

Para que a experiência de um usuário seja satisfatória num ambiente virtual, é necessário que ocorra uma interação entre usuário e o dispositivo.

Interação é a comunicação que ocorre entre o usuário e a aplicação de realidade virtual que é mediada através do uso de dispositivos de entrada e saída. Uma interface é uma outra parte do sistema de RV que existe para verificar se o usuário está interagindo ou não (JERALD, 2016, p.274).

A interação entre homem-máquina na interface de RV é baseada em habilidades e conhecimentos intuitivos, gerando maior engajamento e eficiência dos sistemas, uma vez que as cenas serão alteradas como resposta decorrente da movimentação do usuário no espaço tridimensional, resultando na visualização de novos pontos de vistas do cenário (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

Além da realidade virtual, as tecnologias de suporte a representação e comunicação, têm sido desenvolvidas através de diferentes conceitos como a Realidade misturada (RM) e Hiper-realidade (HR).

Segundo Kirner e Tori (2004), a realidade misturada é a sobreposição de objetos virtuais gerados por computador com o mundo real, mostrada ao usuário, em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, permitindo a interação com situações imaginárias envolvendo objetos reais e virtuais simultaneamente. Essa tecnologia se divide em duas modalidades: realidade aumentada e virtualidade aumentada.

A realidade aumentada consiste em ambientes cuja “interação se dá em um ambiente real com a adição de dados virtuais adicionais, gerando uma visão composta em tempo real” (CUPERSCHMID, 2016, p.168). Enquanto que a virtualidade aumentada é a inserção de representações de elementos reais no mundo virtual, usando a interface que permite ao usuário interagir com o ambiente virtual (KIRNER; KIRNER, 2008).

Já o conceito de hiper-realidade, conforme Kirner e Siscoutto, (2007), envolve o agrupamento das tecnologias de RV, RM e inteligência humana, integrando-as no ambiente real para acesso do usuário. Atualmente, o conceito de Hiper-realidade é inserido numa nova visão de futuro tecnológico (Figura 2), onde a realidades físicas e virtuais estão cada vez mais entrelaçadas e o ambiente é saturado de diversas mídias, oferecendo possibilidades surpreendentes de interação e experiências (MATSUDA, 2016).

Figura 2: Ilustração do conceito de hiper-realidade



Fonte: Matsuda (2016)

Um sistema comumente utilizado em aplicativos de realidade virtual para representação de espaços projetados é através de imagens 360 graus por meio de um *tour* virtual³. A característica principal desse tipo de imagem é apresentar uma combinação de imagens de múltiplos ângulos formando um panorama capaz de expandir o campo de visão do ambiente (CHEN, 1995; SEE; CHEOK, 2015). Esse panorama é constituído por imagens esféricas produzidas para sistemas de RV minimizando possíveis distorções (SEE; CHEOK, 2015), sendo processadas em dispositivos que possuem sensores de orientação e geolocalização para serem visualizadas de maneira imersiva (CHEN, 1995).

Cabe ressaltar, que a interação homem-máquina na interface de RV é o modo como o usuário se comunica com a aplicação, principalmente através de dispositivos (óculos, luvas, capacetes). Essa comunicação pode ser apenas facilitadora da visualização dos objetos representados ou ainda, permitir a realização de tarefas específicas (BOWMAN et al.2004).

Segundo Jerald (2016), uma das bases da tecnologia de RV é a comunicação entre humanos e a tecnologia. De modo que, como a ferramenta é construída com base no funcionamento do mundo virtual, seus objetos são controlados e a relação entre o usuário e conteúdo, foca-se na experiência e não na tecnologia.

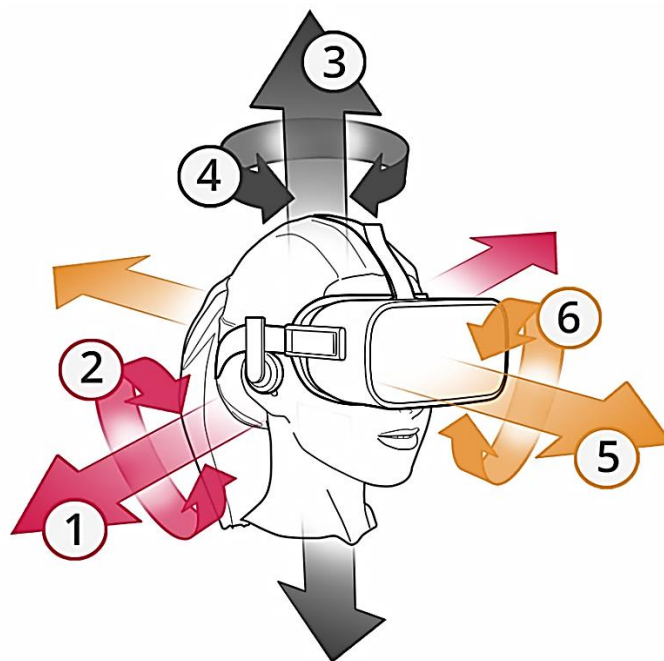
Em relação à aplicação da RV nas pesquisas com usuários, Kirner e Pinho (1997) destacam que um dos pontos positivos da RV é que através dos movimentos tridimensionais do corpo humano, o usuário consegue explorar o espaço virtual em tempo real, estimulando muitos dos seus sentidos.

No mundo real, o indivíduo existe fisicamente em três dimensões, tem a sensação de tempo e a capacidade de interagir com as coisas ao seu redor. A RV objetiva reproduzir esse tipo de situação virtualmente:

Na prática, a realidade virtual permite que o usuário navegue e veja, em tempo real, um mundo de três dimensões, com seis graus de liberdade (6GDL), que mostra a capacidade do software definir e do hardware reconhecer seis tipos de movimentos: para frente/para trás, acima/abaixo, esquerda/direita, inclinação para cima/para baixo, angulação à esquerda/à direita e rotação à esquerda/à direita (NETTO et al. 1998, p.105).

³ *Tour* virtual é uma ferramenta de mídia digital que permite ao visitante, vivenciar a experiência de conhecer um local, que pode ou não existir fisicamente, de maneira imersiva e realística (ABRANCHES, 2016).

Figura 3: Seis graus de liberdade (6GDL) dos óculos de RV



Six Degrees of Freedom

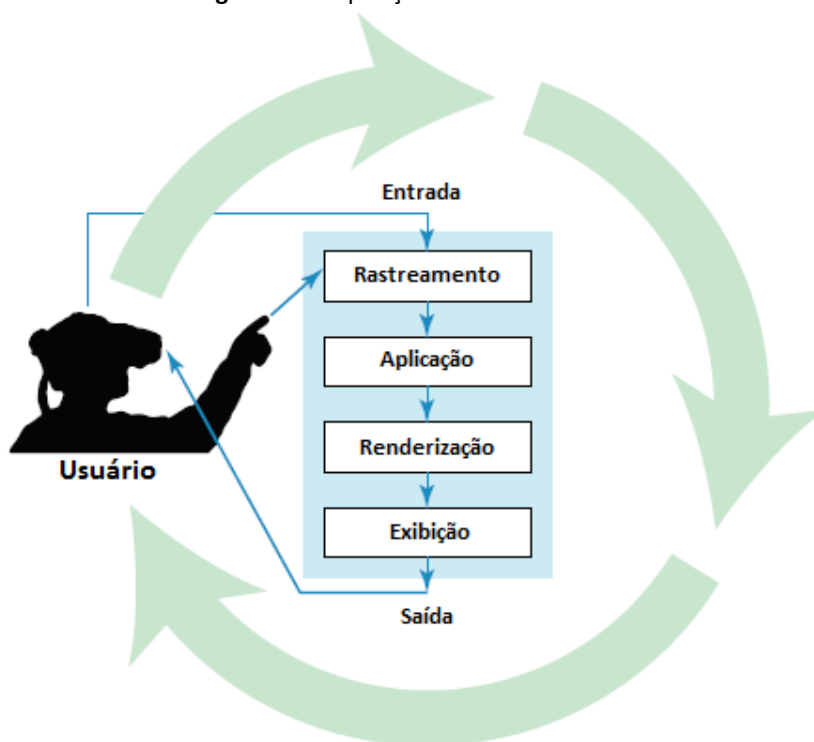
1. Move side to side
2. Look up and down
3. Move up and down
4. Look side to side
5. Move front to back
6. Tilt head side to side

Fonte: Cooper (2015)

Jerald (2016) explica que a tecnologia de RV é apresentada ao usuário por meio de um sistema específico. Esse sistema é composto por um hardware e um software que permitem que as experiências sensoriais sejam construídas. A função desse sistema é fazer a comunicação efetiva do conteúdo produzido no software para o usuário através do hardware. Como humanos e computadores não falam a mesma língua, a realidade do sistema deve atuar como um tradutor ou intermediário entre eles, sendo que, idealmente, a tecnologia é desenvolvida para que os usuários esqueçam da interface e compreendam a realidade artificial como se fosse real (JERALD, 2016).

Para que esse sistema de RV funcione, é necessário o uso de dispositivos de hardware. Segundo Jerald (2016) esse sistema (Figura 4) é composto por um dispositivo de entrada da informação, uma função de transferência da informação por interação e uma saída digital para entrada na mente humana. As saídas e entradas variam de acordo com o ponto de vista da máquina ou do ser humano, formando um ciclo de experiência de RV, cuja entrada é a informação que viaja do usuário para o sistema e a saída é um *feedback* que vai do sistema e volta para o usuário (JERALD, 2016).

Figura 4: Composição do sistema de RV



Fonte: Traduzido de JERALD (2016, p.31).

No sistema de RV (Figura 4), os dados de entrada são coletados por meio do rastreamento das ações do usuário, seja pelo movimento dos olhos, mãos ou o acionamento de botões. Essa ação ativa a aplicação, que inclui “aspectos não *renderizados* do mundo virtual, incluindo atualização da geometria dinâmica, interação do usuário, simulação física, etc.” (JERALD, 2016, p.31). Na etapa de *renderização*, acontece a “transformação de um formato fácil de usar que dá a ilusão de alguma forma da realidade e inclui *renderização* visual, *renderização* auditiva (chamada auralização) e *renderização* háptica (sensação de toque)” (JERALD, 2016, p.31). Por último, ocorre a exibição, que é uma saída da informação processada, representada de maneira perceptível pelo usuário, podendo ser por meio de uma tela, fones de ouvido, entre outros dispositivos.

Em suma, a aplicação de modelos tridimensionais em RV apresenta potencial de complementar alguns pontos que a simulação com os modelos físicos apresenta deficiências. Principalmente na diminuição do efeito reducionista do MF, já que a proposta é de uso numa escala próxima ao real, produzindo a sensação de imersão no ambiente virtual com 6GDL. Porém, ainda que a escala mais próxima à realidade e o efeito de imersão melhorem alguns aspectos da simulação, o MV também, de certo modo, é reducionista. Principalmente

na perda de contato com a realidade, onde o usuário não enxerga mais suas mãos e o sentido tátil também é comprometido.

Nesse sentido, ambos os modelos melhoram aspectos de comunicação entre projetistas e usuários, porém, criam algumas dificuldades de visualização em certos pontos. O efeito reducionista aparece nos dois modelos, visto que, ambos apresentam redução ou perda de algo em relação ao objeto real ou ao objeto em si, que seria a própria edificação. Esses questionamentos serão retomados e analisados com mais precisão no capítulo 5, na avaliação dos modelos de simulação.

2.5. Experiência do Usuário

A experiência do usuário (*User Experience*) é um tópico de estudo abordado, principalmente, no desenvolvimento de interfaces computacionais cujo foco é avaliar a usabilidade de sistemas. Entretanto, essa investigação é aplicável aos dois modelos de simulação desta pesquisa, que visam entender como ocorre a comunicação de ideias de projeto por meio de diferentes dispositivos de representação.

A definição de experiência do usuário surge dos trabalhos interligados da “percepção, ação, motivação, emoção e cognição em diálogo com o mundo (lugar, tempo, pessoas e objetos)” (HASSENZAHL, 2010, p.4). Sendo de fundamental importância, entender que a experiência surge da interação entre muitos sistemas diferentes, com características subjetivas, holísticas e dinâmicas (HASSENZAHL, 2010).

Do ponto de vista metodológico, os modelos de simulação propostos nesta pesquisa podem ser avaliados como um produto, que precisa corresponder à finalidade pela qual foi projetado. Nesse contexto, de desenvolvimento de um produto, a experiência do usuário deve ser parte de uma metodologia de Design Centrado no Utilizador ou Projeto Centrado no Usuário (*User-Centered Design*) (JERALD, 2016).

O Projeto Centrado no Usuário, além de representar técnicas, processos, métodos e procedimentos para a concepção de sistemas e produtos utilizáveis, consiste também, numa filosofia que coloca o usuário no centro de todo esse processo (RUBIN; CHISNELL, 2008). Esse método consiste no desenvolvimento de um sistema que permita que usuários-alvo da

pesquisa, realizem tarefas através da interação no sistema para demonstrar a usabilidade do produto, de modo que sua experiência de uso seja avaliada (KULIGA et al. 2015; RUBIN; CHISNELL, 2008; MADATHIL; GREENSTEIN, 2017).

Essa premissa surge de estudos no desenvolvimento de Interfaces Humano-Computador, e concentra-se no lado humano da comunicação entre usuário e a máquina, através da interação (JERALD, 2016). Cabe ao pesquisador o desafio de desenvolver ferramentas que se comuniquem com eficiência no sentido de que os usuários possam alcançar seus objetivos dentro dos sistemas projetados.

No desenvolvimento de sistemas de RV alguns conceitos centrados no ser humano são essenciais para o funcionamento da ferramenta. O principal deles é a interação, já abordada anteriormente. Contudo, a intuição também tem um papel importante nesse processo. Ao experimentar um modelo de simulação, muitas vezes, não é necessário que o usuário entenda todos os aspectos do modelo, apenas a relação entre objetos, ações e resultados já é suficiente. Esse princípio define se uma interface é intuitiva ou não, a intuição “está na mente do usuário, mas o projetista pode ajudar a formar essa intuição ao transmitir através do mundo uma integração de conceitos que apoiem a criação de um modelo mental” (JERALD, 2016, p.277).

Em sistemas de RV imersivos, a intuição se faz ainda mais presente, visto que ao excluir o usuário do ambiente real, não existe um manual explicativo do ambiente virtual. Esse ambiente deve ser criado para produzir informações apropriadas para a criação de um modelo consistente, onde as coisas funcionem claramente na mente de cada usuário, sem requerer explicação externa (JERALD, 2016).

Outro aspecto relevante na experiência do usuário consiste no significante. Um significante “é qualquer indicador perceptível (um sinal) que comunica o propósito, estrutura, operação e comportamento apropriados de um objeto para um usuário” (JERALD, 2016, p. 279). Um bom significante é aquele capaz de comunicar satisfatoriamente sua ação corresponde ao usuário, sem confundi-lo, permitindo uma interação simples. Nos modelos propostos nesta pesquisa os significantes são sinais posicionados nos modelos de simulação que direcionam as ações do usuário por meio da interação (ver itens 3.3.1 e 3.3.2).

A experiência do usuário também é definida através de limitações e restrições das ferramentas. O uso adequado das ferramentas observando suas restrições limita as ações possíveis do usuário permitindo que a interação ocorra com precisão e eficiência (JERALD, 2016). Um exemplo desse aspecto é quando lidamos com os GDL de movimento em ambientes virtuais. O movimento permite a navegação através dos cenários criados, controlando as limitações físicas, as possíveis ações e as limitações de software.

Decorrente da interação do usuário com os sistemas simulados, o *feedback* é um artifício essencial. É um modo de extrair do usuário a informação decorrente de uma ação do mesmo ou ainda, comunicar o usuário de uma ação da própria ferramenta.

O *feedback* comunica ao usuário os resultados de uma ação ou o status de uma tarefa, ajuda a ajudar a entender o estado da coisa que está sendo interagida e ajuda a conduzir ações futuras [...] O *feedback* deve ser priorizado para que informações menos importantes sejam apresentadas de forma discreta e a informação essencial sempre atenda a atenção (JERALD, 2016, p. 281).

Na compreensão da experiência do usuário por meio de avaliações, Kuliga et al. (2015) explicam que a interação homem-ambiente é mais clara em avaliações posteriores à ocupação dos edifícios, identificando déficits funcionais. Já o Projeto Centrado no Usuário se encaixa melhor nos estudos iniciais de projeto, buscando mensurar usabilidade e a importância de satisfazer as exigências dos usuários, utilizando como método, simulações ligados à emoção e à cognição em componentes mais holísticos das experiências dos usuários em edifícios (KULIGA, et al. 2015).

Além dos aspectos subjetivos discutidos anteriormente, a experiência do usuário é influenciada por diferentes filtros que variam de pessoa para pessoa. Os de maior influência na percepção e cognição dos indivíduos, segundo Okamoto (2002) são os filtros sensoriais, fisiológicos e culturais.

Cada indivíduo tem a capacidade de responder de forma diferente aos estímulos causados pelo meio. Através do filtro sensorial, cada pessoa entende a informação de acordo com suas aptidões, mais ou menos aguçadas, de acordo com a eficiência ou deficiência dos seus sentidos. Já o filtro fisiológico ou operativo, varia conforme a idade das pessoas, de modo que apesar da informação chegar igualmente para todos os indivíduos, uma criança, um adulto ou um idoso, eles tendem a interpretar de maneiras distintas,

conforme interesses de faixa etária, níveis de atenção e interesse por determinados assuntos (OKAMOTO, 2002).

O filtro mais complexo e de difícil interpretação da informação é o cultural. Conforme Okamoto (2002), dependendo da origem familiar e formação, a visão da realidade das pessoas é diferente; quanto maior a escolaridade, maior o reconhecimento e compreensão do contexto perceptivo, social e cultural, haja vista o contato maior desse indivíduo com uma ampla gama de informação.

Pelo fato do ser humano possuir filtros distintos, que atuam de forma única no processamento da informação e comunicação de ideias, a interpretação dos dados gerados em pesquisas com essas características são difíceis. Isso faz com que os métodos de pesquisa extrapolem a linguagem verbal, ampliando a captação da informação por meio de outros processos que facilitem a comunicação entre os agentes.

Trabalhos correlatos em ambientes de RV discutem métodos para entender e coletar dados sobre a experiência do usuário nos modelos propostos. Rebelo e Noriega (2012) entendem que a experiência do usuário envolve avaliar as propriedades funcionais de um produto, medindo o comportamento e satisfação dos usuários. As medidas relacionadas ao comportamento estão associadas ao desempenho, erros e capacidade de aprendizado. Enquanto que as medidas relacionadas com a satisfação estão ligadas às respostas subjetivas reunidas após a interação com o produto avaliado. Em síntese, as medidas comportamentais são fortemente correlacionadas com a usabilidade e são usados principalmente para avaliar em que medida a experiência do usuário é afetada pelas circunstâncias de uso.

Higuera-Trujillo et al. (2017) também desenvolvem um estudo correlato relevante para validar três formatos de simulação ambiental: fotografias, panoramas 360 e realidade virtual. Os autores usam respostas psicológicas e fisiológicas dos participantes comparando as configurações do ambiente simulado com o ambiente físico. O resultado do estudo mostrou que o panorama 360 oferece resultados mais próximos da realidade através de respostas psicológicas (dados subjetivos), além de produzir também maior senso de presença no ambiente simulado.

Como método de avaliação da experiência do usuário, no caso de respostas subjetivas com experimentos em RV, podem ser utilizados questionários com escalas ou “*emocards*”⁴, evitando dispositivos que requerem alto controle visual-manual do participante, como mouse e teclado (REBELO; NORIEGA, 2012; HIGUERA-TRUJILLO, 2017). Portanto, é importante permitir que o usuário tenha autonomia para movimentar-se livremente dentro do sistema de RV, seja através dos movimentos do próprio corpo, ou acionando dispositivos, para uma melhor interação com os modelos.

No decorrer do terceiro capítulo, estão descritos os procedimentos de desenvolvimento dos modelos de simulação, a configuração de suas características desejáveis e o método de validação da ferramenta com usuários.

⁴ *Emocards* pode ser entendido como uma escala gráfica que permite ao usuário avaliar seu desempenho através de desenhos que representam emoções, semelhante às expressões humanas que correspondem a excelente, bom, razoável, ruim e péssimo (Definição do autor).

3. PROCEDIMENTOS APLICADOS NA PESQUISA

3.1. Delineamento da Pesquisa

A partir da identificação do problema de pesquisa, que aborda a dificuldade de aplicação de instrumentos e métodos adequados para inserir o usuário nas etapas iniciais do processo de projeto, foi definido o objetivo principal, que é avaliar quais características de diferentes instrumentos de simulação podem contribuir na comunicação entre projetistas e potenciais usuários de HIS no processo decisório de projeto da sua futura habitação.

Diante desse contexto, fundamentou-se o estudo através de disciplinas que permeiam a relação entre o **projeto**, o **usuário** e o **ambiente simulado**. Com base nesses dados bibliográficos, foi elaborada uma dinâmica de simulação que pudesse atender aos objetivos de pesquisa, avaliando as características de cada instrumento de simulação, um modelo tridimensional físico e um modelo tridimensional virtual.

A pesquisa propõe o desenvolvimento de dois modelos de simulação em etapas, sendo que cada etapa produziu dados que fomentaram o aprimoramento dos instrumentos para as etapas seguintes. Dentro de cada etapa, os resultados obtidos foram confrontados com a fundamentação teórica, produzindo uma discussão sobre a potencialidade de aplicação de cada modelo no universo da pesquisa.

A sequência dos procedimentos aplicados iniciou-se com um estudo-piloto. Tendo como base a fundamentação teórica e a definição do objetivo da pesquisa, o estudo-piloto foi desenvolvido para verificar a aplicação dos instrumentos de simulação com as pessoas. O objetivo do estudo-piloto foi testar ideias iniciais da dinâmica proposta para gerar direcionamentos para etapas seguintes.

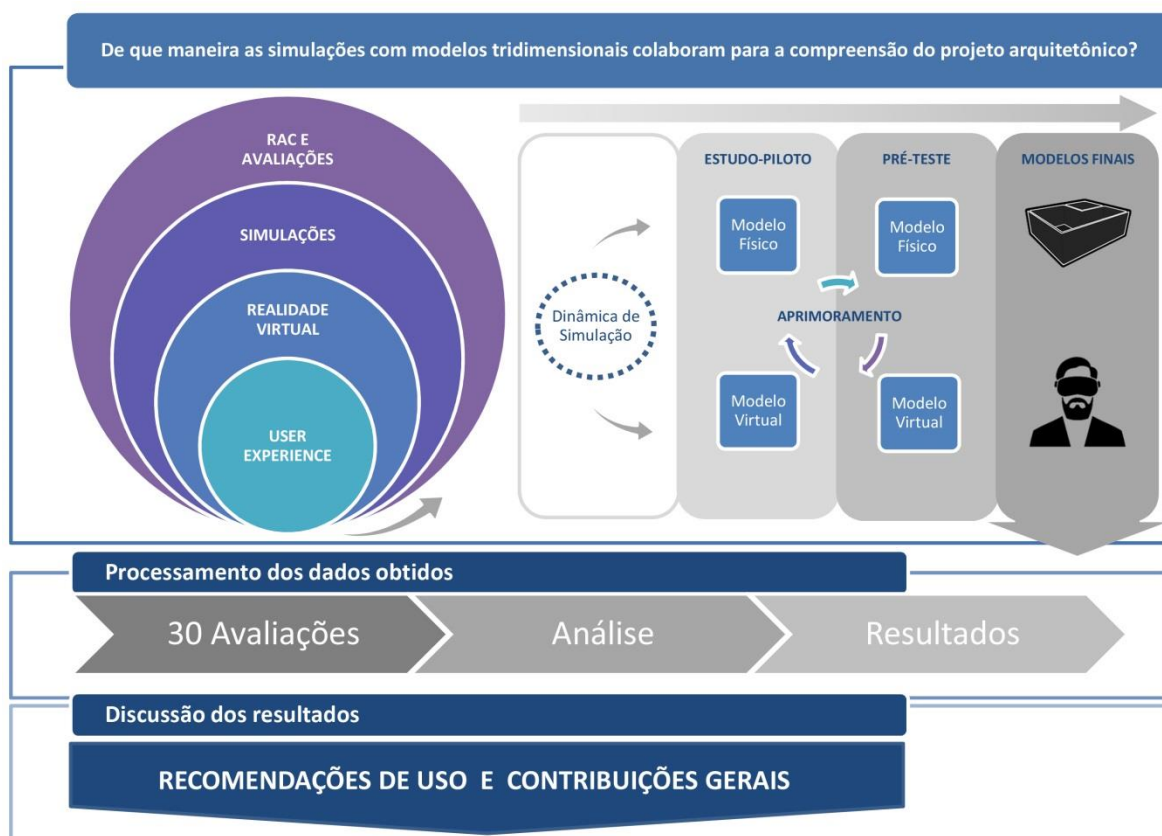
Já no pré-teste, os instrumentos foram aperfeiçoados com o resultado da etapa anterior, e nessa fase, o objetivo foi testar toda a dinâmica proposta numa amostra reduzida já dentro do universo da pesquisa, com potenciais usuários de HIS. A diferença entre as duas etapas é que a primeira é mais ampla, abrange mais aspectos, alinhando muitos processos envolvidos. Enquanto que a segunda já se configura como uma versão prévia da pesquisa final, com o método aprimorado e amostra dentro do recorte específico.

A última etapa do estudo exploratório consiste na simulação final de pesquisa, cuja amostra estudada foi de 30 pessoas com perfil de potenciais usuários de HIS, convidadas a utilizar os modelos aprimorados. Os dados foram analisados e comparados com experiências anteriores, gerando resultados na forma de gráficos, preferências e padrões de comportamento dos usuários.

Os métodos utilizados consistem, primordialmente, de simulações com modelos tridimensionais, tanto físico quanto em ambiente virtual. Aliado a isso foram desenvolvidos procedimentos que buscam avaliar características relacionadas à percepção de aspectos do projeto, tais como: o questionário, a entrevista, as análises comportamentais, o percurso cognitivo, o protocolo verbal e as fotografias durante todo esse processo.

Por fim, os resultados produzidos serviram como evidências para verificar a eficiência de cada modelo de simulação nas etapas iniciais do processo de projeto, gerando recomendações de uso, limitações encontradas e direcionamentos para pesquisas futuras.

Figura 5: Delineamento da pesquisa



Fonte: Do autor

3.2. Definição do Objeto de Estudo

Como definido anteriormente, o objeto de estudo desta pesquisa são os modelos de simulação propostos, entretanto, para desenvolvê-los foi necessário definir um projeto habitacional para ser simulado através destes modelos. Buscou-se projetos arquitetônicos habitacionais que se enquadrem no perfil de usuários pretendido, potenciais usuários de HIS. Para tanto, recorreu-se aos concursos nacionais de arquitetura que contribuem para a seleção de ideias de empreendimentos inovadores, seja na introdução de conceitos, soluções espaciais novas ou no emprego de materiais diferentes.

Para a definição e escolha do projeto oriundo de um concurso de arquitetura definiram-se alguns critérios que melhor se enquadram no objetivo da pesquisa. A pesquisa por concursos que envolvessem projetos de habitação de interesse social mostrou que, nos últimos dez anos, houve 10 concursos de arquitetura envolvendo essa temática, sendo nos respectivos anos: um em 2009; um em 2010, um em 2011, um em 2012, um em 2013, dois em 2015 e três em 2016.

Constatou-se que os concursos mais recentes se enquadrariam melhor em função de uma evolução nas técnicas de representação, materiais e conceitos arquitetônicos ao longo desses dez anos. Nesses, em 2016, percebe-se que todos foram realizados pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Distrito Federal (CODHAB/DF), totalizando três propostas distintas de projetos habitacionais de interesse social.

Analisando as propostas apresentadas, percebeu-se que a qualidade dos projetos apresentados em termos conceituais, uso de materiais, soluções projetuais e de representação é muito diversificada, conduzindo à projetos vencedores bons em diversos aspectos. Em função disso, optou-se por restringir a escolha do objeto de pesquisa dentre esses três concursos realizados pela CODHAB/DF.

A definição do objeto de estudo a partir de um projeto resultado de um concurso público de arquitetura implica que o mesmo foi considerado por uma comissão julgadora como possuidor de mais critérios de qualidade arquitetônica. E, sendo assim, a pesquisa permite avaliar o projeto escolhido sob o ponto de vista do usuário desse tipo de edificação,

buscando assim, entender se os critérios de qualidade adotados pelo corpo técnico correspondem também às prioridades e anseios dos usuários finais da edificação.

No ano de 2016, a CODHAB/DF realizou três concursos para unidades habitacionais coletivas. Serão analisados dois dos três, o concurso para unidades habitacionais coletivas em Sobradinho será descartado pela falta de acesso à ata de julgamento do concurso.

O primeiro concurso teve início em junho de 2016 e buscou uma proposta de Estudo Preliminar de Arquitetura para unidades habitacionais coletivas na região administrativa de Samambaia – RA XII, região periférica de Brasília. Os autores da proposta vencedora⁵ propuseram dois tipos de unidades habitacionais A e B (Figura 6), a primeira com 52m² contendo sala e cozinha integradas, lavanderia, dois dormitórios e um banheiro. A segunda unidade tipo B contém os mesmos ambientes da unidade A, numa configuração de planta mais enxuta, com redução da área dos quartos, num total de 50m². Em ambas existe uma proposta de adaptação do leiaute para portadores de necessidades especiais, com alterações simples na disposição dos móveis e sentido de abertura de algumas portas.

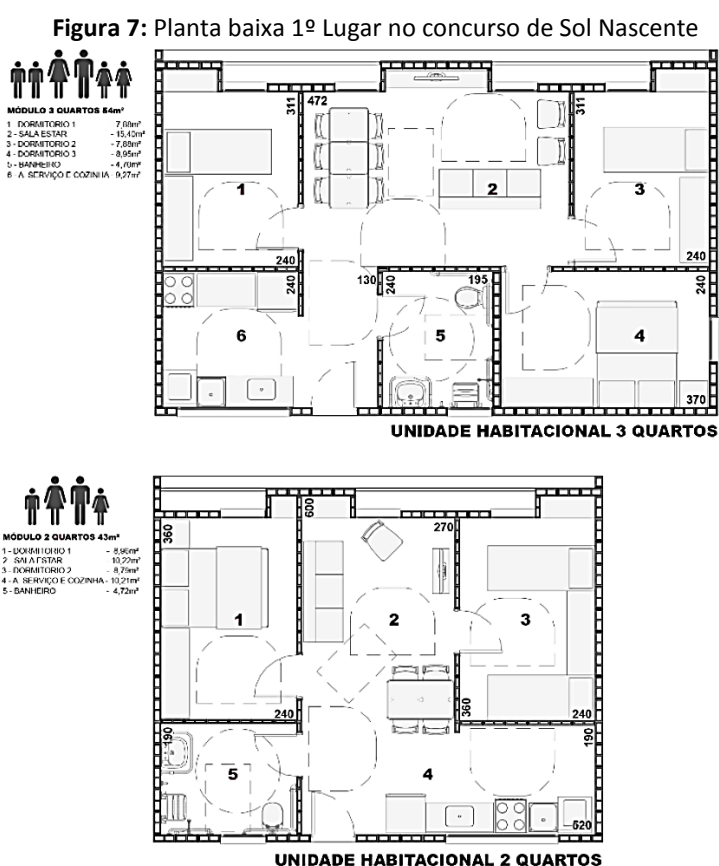
Figura 6: Planta baixa 1ª Lugar no concurso de Samambaia



Fonte: <http://www.codhab.df.gov.br/concursos/uhc-samambaia/resultado> (2017)

⁵ Equipe de Curitiba-PR composta por Manoel Izidro Coelho, Antônio Abrão, Andréia Ferrari, Victor Escorsin, Eduardo Cecco e Patrícia Sledz.

O segundo concurso analisado teve início em agosto de 2016 e buscou uma proposta de Estudo Preliminar de Arquitetura para unidades habitacionais coletivas no setor habitacional Sol Nascente, região administrativa de Ceilândia – RA IX. Os autores⁶ propuseram duas unidades (Figura 7). A primeira contém uma sala, cozinha com lavanderia, banheiro e três dormitórios. A segunda opção contém sala e cozinha integradas, dois dormitórios e um banheiro. Ambas as unidades já preveem as circulações necessárias para portadores de necessidades especiais.



Fonte: <http://www.codhab.df.gov.br/concursos/uhc-sol-nascente-quadra-700/resultado> (2017)

É importante destacar as características semelhantes dos projetos vencedores nos dois concursos. Primeiro, em relação à implantação, ambas as propostas exploram bem o uso do térreo para atividades comunitárias. Segundo, nas soluções de partido para o pavimento tipo, ambas exploram uma solução de implantação da torre num formato de “cata-vento”, no sentido de promover visuais, otimizar a ventilação e potencializar espaços de convívio e relação com o entorno. Percebe-se nas duas soluções que a descontinuidade

⁶ Equipe de Blumenau-SC composta por Leandro Sasse, Jéssica Baringer, Amanda C. Fabeni, Leandro Sasse e Bruno Moreira Custódio.

das unidades habitacionais cria uma dinâmica no conjunto do edifício explorando passarelas de circulações externas numa expressão formal marcante. E por último, nota-se a estreita relação de uso de materiais nas duas propostas vencedoras.

Ambas exploram o uso aparente dos blocos de concreto, que por vezes aparecem expostos ou revestidos. As soluções estéticas das duas propostas são bem parecidas quando escolhem uma paleta de materiais mais enxuta, blocos de concreto, esquadrias pretas com escolhas pontuais de cores neutras nas fachadas e tons claros no interior da unidade contrastando com materiais rústicos (Figura 8).

Figura 8: Perspectivas Projeto de Samambaia e Sol Nascente respectivamente



Fonte: <http://www.codhab.df.gov.br/concursos> (2017)

Para a definição do projeto simulado optou-se pelo projeto das unidades habitacionais em Samambaia, pelos aspectos descritos a seguir. Apesar das imagens mostrarem áreas de circulação entre as unidades, que promovem espaços de convívio entre os moradores, esses espaços não serão simulados, por uma limitação do instrumento de pesquisa. A simulação será restringida ao interior da unidade habitacional, com a possibilidade de simulação de todos os ambientes que o compõem, respeitando a escolha de mobiliário e materiais utilizados pelo autor da proposta vencedora.

O projeto em Samambaia apresenta uma variação maior no emprego de materiais, contrastando o bloco cimentício aparente no interior do apartamento, com paredes brancas, piso cerâmico brilhante e laje em concreto aparente. Por isso, esta proposta (Figura 9) será

simulada no intuito de entender se essas soluções, consideradas como as melhores pela comissão técnica do concurso (arquitetos), também seriam bem aceitas pelos futuros moradores desse tipo de empreendimento, atendendo aos principais requisitos desses usuários.

Figura 9: Planta leiaute e imagem do projeto escolhido



PLANTA
UNIDADE TIPO B

36 UNIDADES
50 m²

Fonte: <http://www.codhab.df.gov.br/concursos> (2017)

Nem sempre as soluções técnicas adotadas pelos projetistas, correspondem às expectativas e anseios dos usuários da habitação, principalmente em projetos de HIS, cuja área útil da unidade é limitada. O desenvolvimento das simulações nos modelos tridimensionais tem o intuito de investigar também esse fenômeno.

3.3. Desenvolvimento dos Modelos de Simulação

3.3.1. Construção do Modelo Físico

No contexto mais amplo, o uso de modelos na área tecnológica apresenta-se como uma importante ferramenta de simulação, que permitem realizar ensaios das condições em que o objeto real será utilizado, estudando as possíveis alternativas durante a própria elaboração do projeto, sem a necessidade da construção de protótipos caros (IMAI, 2007).

Segundo Imai (2007) os modelos tridimensionais físicos foram amplamente empregados nas áreas de pesquisa tecnológica, pois permitem construir, guardadas as

devidas proporções, os objetos em dimensões reduzidas, que buscam reproduzir de maneira simplificada as configurações principais do objeto original.

Vale destacar ainda, que os modelos físicos exercem um papel importante no processo de comunicação do projeto, visto que eles expressam diretamente a intenção do projeto, principalmente para o cliente e usuários com pouca experiência na leitura de desenhos. Em processos participativos, os modelos físicos aumentam a percepção espacial dos usuários e alimentam as discussões produtivas, evitando interpretações equivocadas (KOWALTOWSKI, et al., 2006)

Diante do exposto, o potencial de comunicação dos modelos tridimensionais físicos na arquitetura é promissor. Pesquisas anteriores demonstraram que eles apresentam potencial didático relevante, permitindo a participação e envolvimento de pessoas leigas no processo de projeto (IMAI, 2007; CELANI et al., 2009; AZUMA, 2016).

Um modelo tridimensional físico desenvolvido por Imai (2007) foi elaborado na escala 1:20 sendo que o estudo mostrou a necessidade de ampliação dessa escala no sentido de aumentar a percepção dos usuários. Segundo o autor, a elaboração dos componentes e mobiliário em escala maior e com mais detalhes, poderia criar um ambiente mais favorável ao processo cognitivo dos participantes.

Pesquisas seguintes, Imai e Azuma (2015) mostraram que a escala 1:10 seria a mais apropriada atendendo aos requisitos descritos anteriormente. Desse modo, o modelo tridimensional físico proposto nessa pesquisa, consiste numa maquete em escala 1:10 da unidade habitacional escolhida no tópico de definição do objeto de estudo, construído sobre uma base de chapa de MDF⁷ com paredes em estrutura de MDF de 15mm e 9mm de espessura, conforme o projeto (Figura 10).

⁷ MDF é a sigla de *Medium Density Fiberboard*, placa de fibra de média densidade, de material oriundo da madeira, fabricado com resinas sintéticas <<https://www.significados.com.br/mdf>>. Acesso em 06/12/17.

Figura 10: Construção do modelo tridimensional físico inicial

Fonte: Do autor

A maquete reproduz as mesmas características de cores e revestimentos das imagens do projeto escolhido, atentando-se para a representação correta da escala dos materiais. Buscou-se também a representação mais próxima dos móveis e itens de decoração, contudo, alguns itens não puderam ser adicionados para a etapa do estudo-piloto, sendo produzidos para as etapas seguintes da pesquisa.

Segundo Imai e Azuma (2015), a representação do projeto por meio da maquete possui características de tangibilidade e compreensão por parte de pessoas leigas, visto que, é um instrumento mais próximo do universo dos participantes da pesquisa. Vale ressaltar, que uma representação convencional do projeto, plantas, cortes e fachadas, dificultaria a participação de um leigo nesse processo, por sua falta de conhecimento dos códigos de representação de um projeto arquitetônico (IMAI; AZUMA, 2015).

Dentre os mobiliários e objetos representados na maquete (Figura 11), também foi utilizado um boneco na mesma escala do modelo (1:10), que simula as possibilidades de movimentação do corpo humano. Este boneco foi utilizado no estudo-piloto pelo participante para simular o percurso entre os ambientes com a finalidade de complementar o entendimento das pessoas sobre o dimensionamento dos espaços de cada ambiente representado.

Figura 11: Detalhe dos mobiliários e do boneco do modelo tridimensional físico



Fonte: Do autor

Por meio do boneco, o participante é estimulado a imaginar-se dentro dos ambientes, circulando ou realizando tarefas específicas, e com essa simulação, surgem informações importantes sobre suas preferências e necessidades espaciais.

A maquete é aberta na parte superior para permitir uma melhor visualização dos ambientes, compreensão da totalidade do projeto e interação através do boneco. A altura dos ambientes representados é de 26 cm, correspondendo ao pé direito de 2,60 metros do projeto original. Sendo assim, a característica aberta do modelo, não permite a representação da laje da unidade habitacional, e seus efeitos na percepção dos participantes serão analisados mais adiante no capítulo 5 deste trabalho.

O tamanho total da maquete é de 80x70x26cm, sendo que sua parte externa não contém representação das texturas correspondentes ao projeto, uma vez que a visualização do participante é feita, quase que totalmente, pela parte superior. As esquadrias e elementos vazados também não possuem características de representação da paisagem externa, apenas simulam a transparência do material vidro corresponde ao projeto.

A Figura 12 mostra o MF inicial desenvolvido para o estudo-piloto, nesta etapa, alguns elementos do mobiliário não correspondiam exatamente ao modelo virtual, sendo aperfeiçoados na etapa seguinte da pesquisa.

Figura 12: Parte externa do MF e sensação de escala



Fonte: Do autor

A Figura 13 mostra o MF que foi utilizado no estudo-piloto, até então, alguns detalhes como quadros, almofadas, roupas de cama, e cores dos objetos do modelo não estavam representados exatamente como no projeto.

Figura 13: Primeira Versão do Modelo Físico



Fonte: Do autor

Após os resultados do estudo-piloto, descritos no item 4.1, optou-se pela retirada do boneco que representava a escala humana na maquete e foi desenvolvido um novo sistema para que o usuário utilizasse o modelo. A partir desta etapa, foi utilizado uma *webcam* que

filma e fotografa em HD (*high definition*) modelo C270 Logitech junto com a maquete (Figura 14). O objetivo dessa alteração foi mostrar ao usuário uma visão dos ambientes da maquete no nível do observador, através da câmera, semelhante a visão no MV, para efeito de comparação dos resultados.

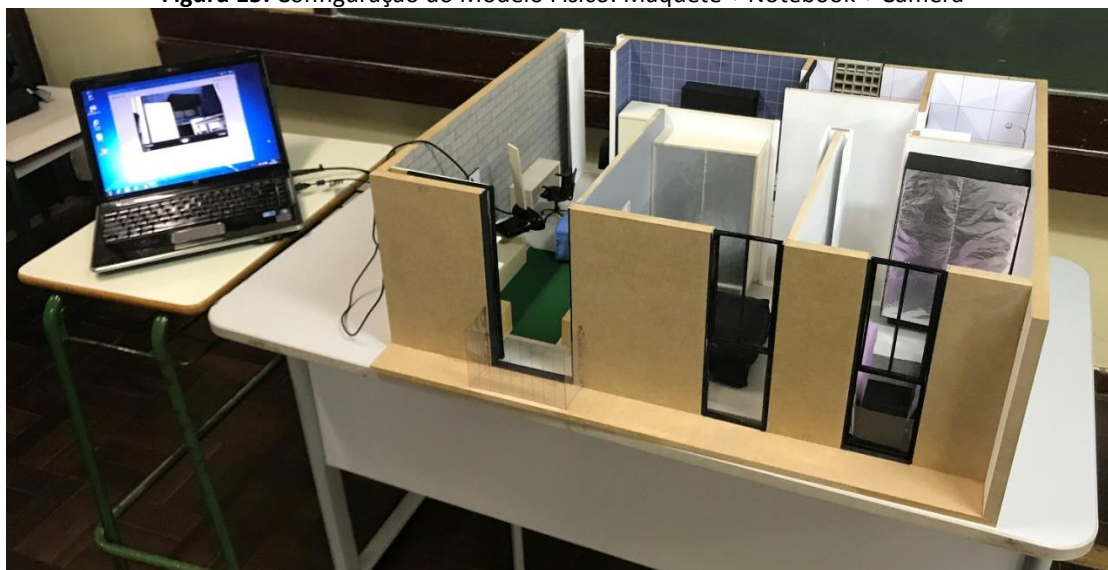
Figura 14: Versão Final do MF e Câmera



Fonte: Do autor

A *webcam* é ligada a um *notebook* por meio de um fio e o usuário segura a câmera inserindo-a dentro da maquete, percorrendo todos os ambientes. O objetivo é que o usuário faça um percurso pela habitação utilizando a câmera e visualizando a imagem na tela do *notebook*. Nesta etapa o MF já possui maior detalhamento dos móveis em todos os ambientes, os quadros, cores e texturas representam melhor o projeto escolhido inicialmente (Figuras 14 e 15).

Figura 15: Configuração do Modelo Físico: Maquete + Notebook + Câmera



Fonte: Do autor

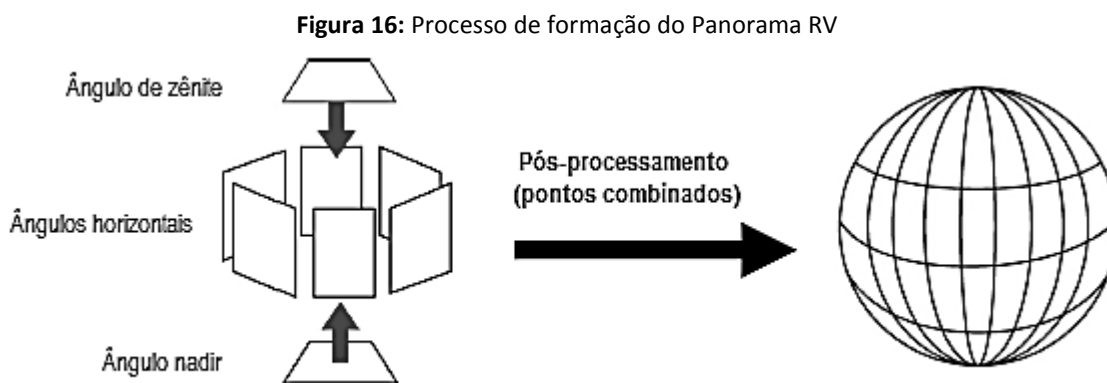
Parte-se do pressuposto de que o modelo tridimensional físico carrega consigo uma facilidade de compreensão da representação de ambientes, principalmente pelas características de visualização, interação e manipulação. A avaliação proposta verifica as potencialidades dos modelos na aplicação das etapas iniciais de projeto, e, para que isso ocorra, o usuário realiza tarefas que serão descritas posteriormente por meio de um roteiro. Esse roteiro possui perguntas abertas, e com isso, espera-se coletar informações relevantes de diversos aspectos, tanto da dificuldade ou facilidade de utilização da ferramenta, como da avaliação na visão do usuário, do projeto simulado.

3.3.2. Construção do Modelo Virtual

O desenvolvimento do modelo virtual (MV) envolveu uma série de pesquisas de programas computacionais, aplicativos e equipamentos que, dentro das limitações de pesquisa, pudessem ser utilizadas no contexto proposto. Durante a definição do modelo final aplicado, foram realizados alguns testes com ferramentas de realidade virtual, sistemas computacionais e dispositivos de visualização disponíveis comercialmente, tendo em vista o cumprimento dos objetivos de pesquisa.

O fundamento principal do MV proposto consiste na reprodução do projeto escolhido (item 3.2) num ambiente virtual imersivo. Um modo de se conseguir esse objetivo é desenvolver um panorama⁸ dos ambientes do projeto habitacional. Para produzir esse panorama em ambiente virtual são necessárias fotografias de múltiplos ângulos de visão (acima, abaixo e laterais), que são combinadas num formato esférico através de aplicativos de processamento de imagens.

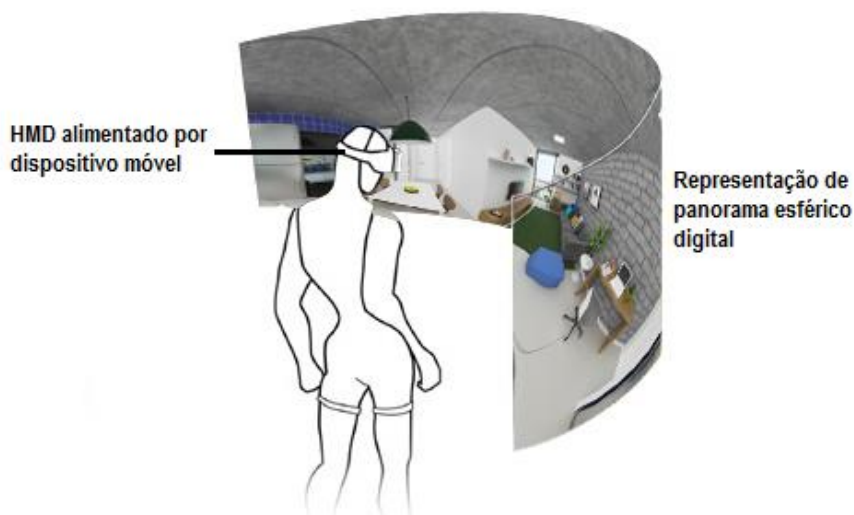
⁸ Panorama é uma visão extensa sem obstáculos de uma paisagem, ao redor do observador, através de múltiplos ângulos (FERREIRA, 2010).



Fonte: Traduzido de SEE; CHEOK (2015, p.73).

Por definição, o MV desta pesquisa é composto por uma tela montada na cabeça da pessoa - HMD (*Head-Mounted Display*) - conhecido comercialmente como óculos de Realidade Virtual ou óculos 3D. Esse óculos é capaz de apresentar um panorama de imagens 360 graus, em realidade virtual, capaz de suportar aplicações interativas num ambiente esférico reproduzido com precisão (SEE; CHEOK, 2015). Segundo See e Cheok (2015) esse sistema com óculos 3D (HMD) melhora a maneira de interação com imagens baseadas em sistemas de localização e permite acessar ampla variedade de informação visual em RV, que pode ser estudado por meio da experiência do usuário (Figura 17).

Figura 17: Experiência do usuário no Panorama Interativo 360 em RV



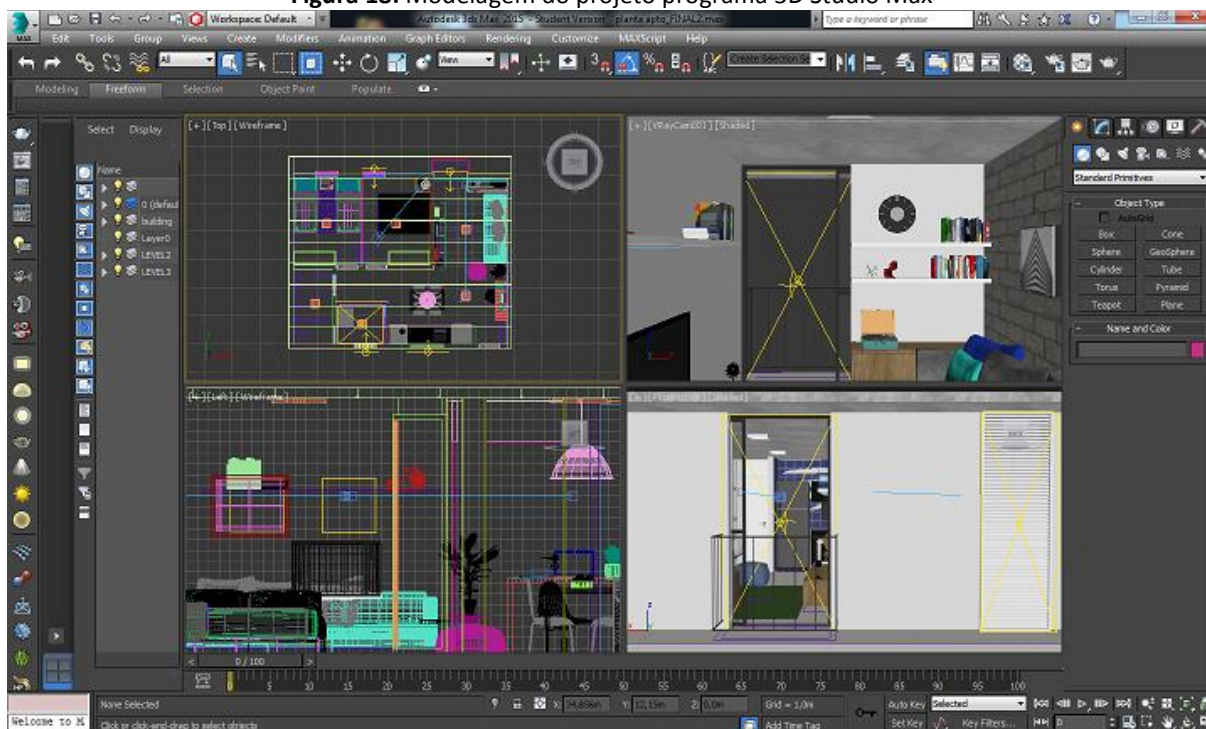
Fonte: Adaptado de SEE; CHEOK (2015, p.80)

O desenvolvimento do modelo virtual partiu de uma plataforma de RV imersiva, quando o usuário não tem mais a visão do mundo real, sendo exposto totalmente a um ambiente virtual. Para tanto, constatou-se que um procedimento de *tour* virtual poderia contribuir para a dinâmica proposta, sendo constituído pela conexão de uma série de

imagens 360 graus, produzindo uma espécie de percurso onde o usuário pudesse receber as informações deslocando-se pelos ambientes.

Para que isso ocorresse, iniciou-se a construção dos ambientes virtuais através do leiaute do projeto habitacional escolhido. A partir da inserção do leiaute no programa 3D *Studio Max*, da *Autodesk* (Figura 18), foram feitas as modelagens de todos os ambientes, móveis e objetos necessários para a simulação, com base nas imagens internas constantes nas pranchas do concurso (item 3.2). Este programa foi definido em função de apresentar maior variedade de ferramentas de modelagem e *renderização* de imagens. Para o processo de *renderização*, foi utilizado o *plugin V-Ray 3.0* que apresenta ampla variedade de controle de iluminação e materiais da cena.

Figura 18: Modelagem do projeto programa 3D Studio Max



Fonte: Do autor

A *renderização* é configurada no programa para produzir uma imagem em formato esférico (Figura 19), um panorama de todo o ambiente simulado, que posteriormente dará origem a visualização 360 graus. Para a produção do *tour*, são necessárias imagens esféricas de cada ambiente produzidas separadamente. Após a modelagem e produção individual de cada imagem, faz-se a junção numa plataforma virtual que dará origem ao *tour* virtual.

Figura 19: Imagem esférica *renderizada*



Fonte: Do autor

O princípio básico de utilização das imagens esféricas é a associação com dispositivos móveis, neste caso, um *smartphone*. Para o funcionamento correto do sistema é necessário que o *smartphone* possua uma boa resolução de tela, recomenda-se tela de 5,5 polegadas *Full HD* (1920x1080 pixels) ou superior, com densidade de pixels acima de 300 ppi, que é a capacidade de distinção de pixels do olho humano (ALENCAR, 2016). Além disso, é necessário que o dispositivo possua um giroscópio⁹, para que a posição e movimentos do corpo humano sejam captados e ocorra a interação no sistema de RV. Para o modelo virtual desta pesquisa foi utilizado o *smartphone iPhone 7 Plus* da *Apple*, com tela de 5,5 polegadas.

Figura 20: Princípio de visualização da imagem esférica no *smartphone*



Fonte: Do autor

⁹ Dispositivo cujo eixo de rotação mantém sempre a mesma direção na ausência de forças que o perturbem, seja qual for a direção do veículo que o conduz, é usado em diferentes aparelhos de navegação (FERREIRA, 2010). No dispositivo utilizado, sua função é de localizar o usuário no espaço e referenciar seus movimentos sincronizando com as imagens reproduzidas na tela do *smartphone* (Definição do autor).

Para o *tour* virtual foram produzidas cinco imagens que correspondem ao número de ambientes da unidade habitacional, constituído por: sala integrada com a cozinha; dormitório do casal, dormitório dos filhos; banheiro e lavanderia. Após a produção de todas as imagens dos ambientes necessários para a avaliação, utilizou-se uma plataforma *online* de conversão de imagens esféricas para o *tour* virtual 360 graus.

Foram analisadas três plataformas *online* para a edição do *tour*: *Panotour*, *SentioVR* e *ImersioVR*. As três foram testadas, contudo, a plataforma *SentioVR* foi utilizada no primeiro estudo exploratório (estudo-piloto), enquanto que a *ImersioVR* foi utilizada na etapa de pré-teste e estudo final com um número maior de participantes. Abaixo, segue quadro comparativo com as características de cada plataforma.

Quadro 1: Comparação entre as plataformas de *tour* virtual testadas

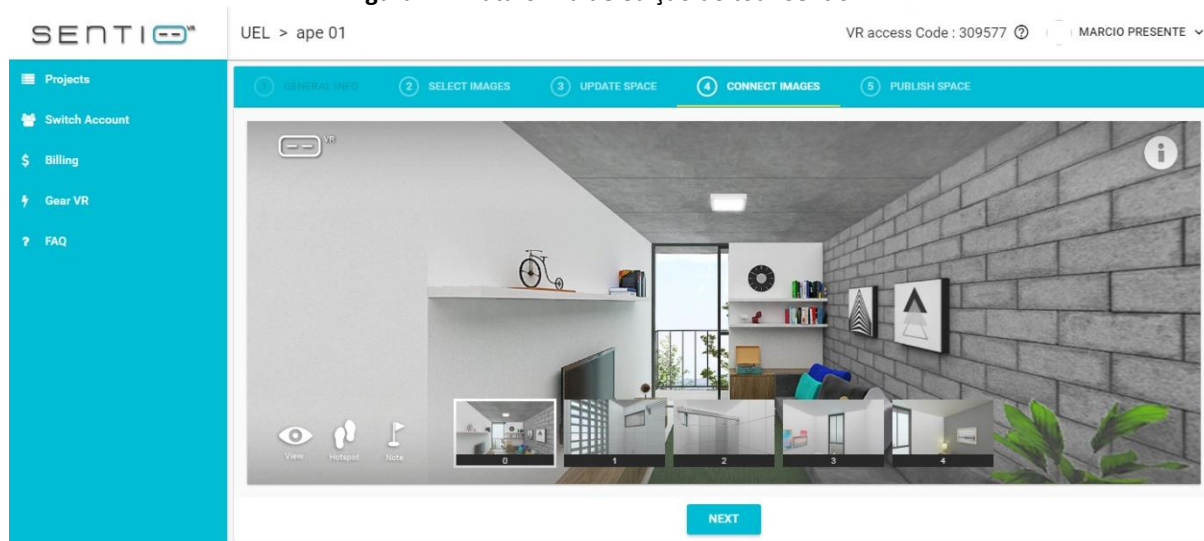
	PANOTour	SentioVR	ImersioVR
SITE	kolor.com/panotour/	sentiovr.com	meupasseiovirtual.com imersiovr.com
DESENVOLVEDOR	Kolor e GoPro	Solutionario	Imersio
GERAL	Software que permite a criação e edição de <i>tour</i> virtual para diferentes segmentos.	Site que permite a criação de <i>tour</i> virtual para diferentes segmentos.	Site que permite a criação de <i>tour</i> virtual para diferentes segmentos.
MEIO DE ENTRADA	Imagens reais de câmeras 360 graus ou <i>renderizadas</i> de 3D softwares nos formatos: .png; .jpg; .jpeg; .kro; .psd; .psb; .tif; .tiff; .rw2.	Imagens reais de câmeras 360 graus ou <i>renderizadas</i> de 3D softwares em qualquer formato nas proporções 2:1, 6:1 e 12:1.	Imagens reais de câmeras 360 graus ou <i>renderizadas</i> de 3D softwares com resolução de até 7000x3500 px.
MEIO DE SAÍDA	Sites, Smartphones, Desktops, Tablets e SmartTvs.	Sites, Smartphones, Desktops, Tablets e SmartTvs.	Sites, Smartphones, Desktops, Tablets e SmartTvs.
UTILIZAÇÃO	Programa de edição do <i>tour</i> com muitas opções, dificuldade de utilização, sistema complexo, necessário <i>download</i> do software.	Poucas opções de edição do <i>tour</i> , sistema de fácil criação, configuração online.	Poucas opções de edição do <i>tour</i> , sistema de fácil criação, configuração online.
CUSTO	Gratuito para testar, com marca d'água.	Gratuito para testar 30 dias.	20 <i>tours</i> gratuitos por usuário.

LIMITAÇÕES	Não há limite para as quantidades de imagens, resolução e diversas opções de transição entre imagens.	Software limita em 5 imagens por <i>tour</i> , com duas opções de transição entre imagens.	Software limita em 10 imagens por <i>tour</i> , com duas opções de transição entre imagens.
INTERAÇÃO	Há diferentes tipos de interação além da troca de imagens, possibilidade de redirecionamentos para outras mídias, opções de som.	Interação limitada a troca de imagens entre os ambientes.	Interação limitada à troca de imagens entre os ambientes.

Fonte: Do autor

Dentre as plataformas disponíveis e testadas optou-se, inicialmente, pelo *SentioVR*, que é uma plataforma para conversão de imagens esféricas em imagens 360 graus para representação da arquitetura. A escolha foi feita pela facilidade de uso da plataforma, que não exige conhecimento técnico em programação. É constituída por um sistema de manipulação das ferramentas de produção do *tour* e permite a interação com dispositivos móveis (*notebooks, smartphones*), podendo ser integrado a *sites* para finalidades comerciais (venda de empreendimentos).

Figura 21: Plataforma de edição do *tour SentioVR*

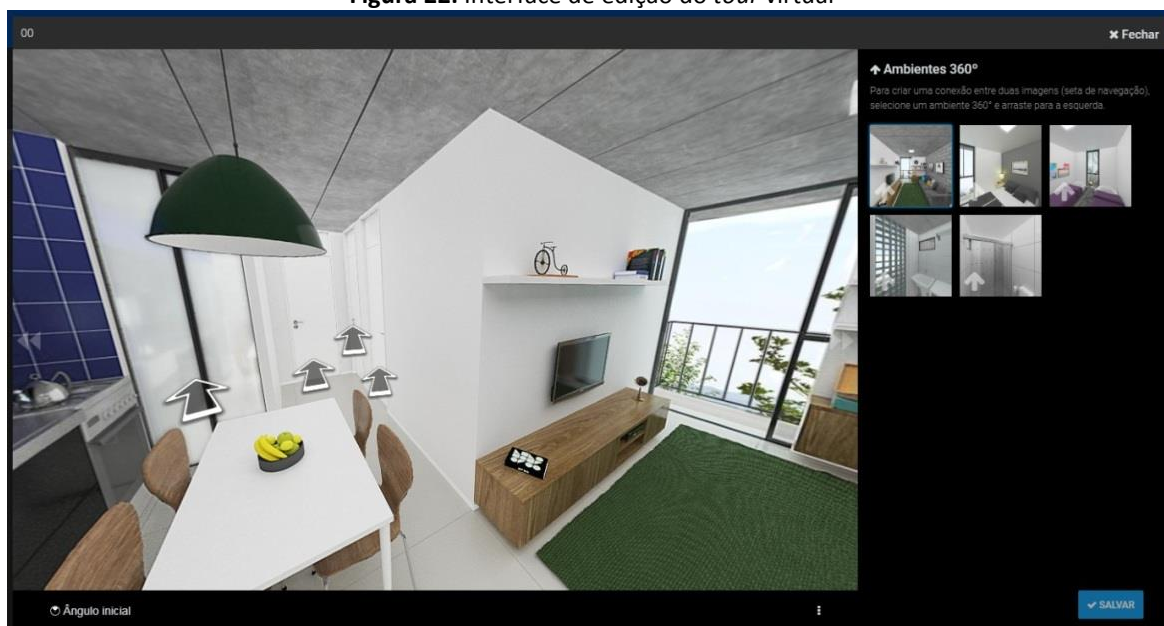


Fonte: Do autor, <https://sentiovr.com/> (2017)

O estudo-piloto foi desenvolvido nesta plataforma, entretanto, houve problemas de funcionamento do sistema de troca de imagens, ocorrendo falhas que poderiam confundir o participante da simulação. O ícone inserido na imagem para navegação entre as imagens durante o *tour* aparecia duplicado em alguns testes iniciais, podendo confundir o usuário durante o uso do dispositivo.

Além disso, a plataforma disponibiliza um período de 30 dias para testes da ferramenta, após, é necessário fazer uma assinatura mensal. Por esses motivos, para as etapas seguintes da pesquisa foi utilizada a plataforma *ImersioVR* (Figura 22) que possui uma interface bem semelhante a testada anteriormente, com o desempenho esperado, resolvendo os problemas encontrados anteriormente.

Figura 22: Interface de edição do *tour* virtual

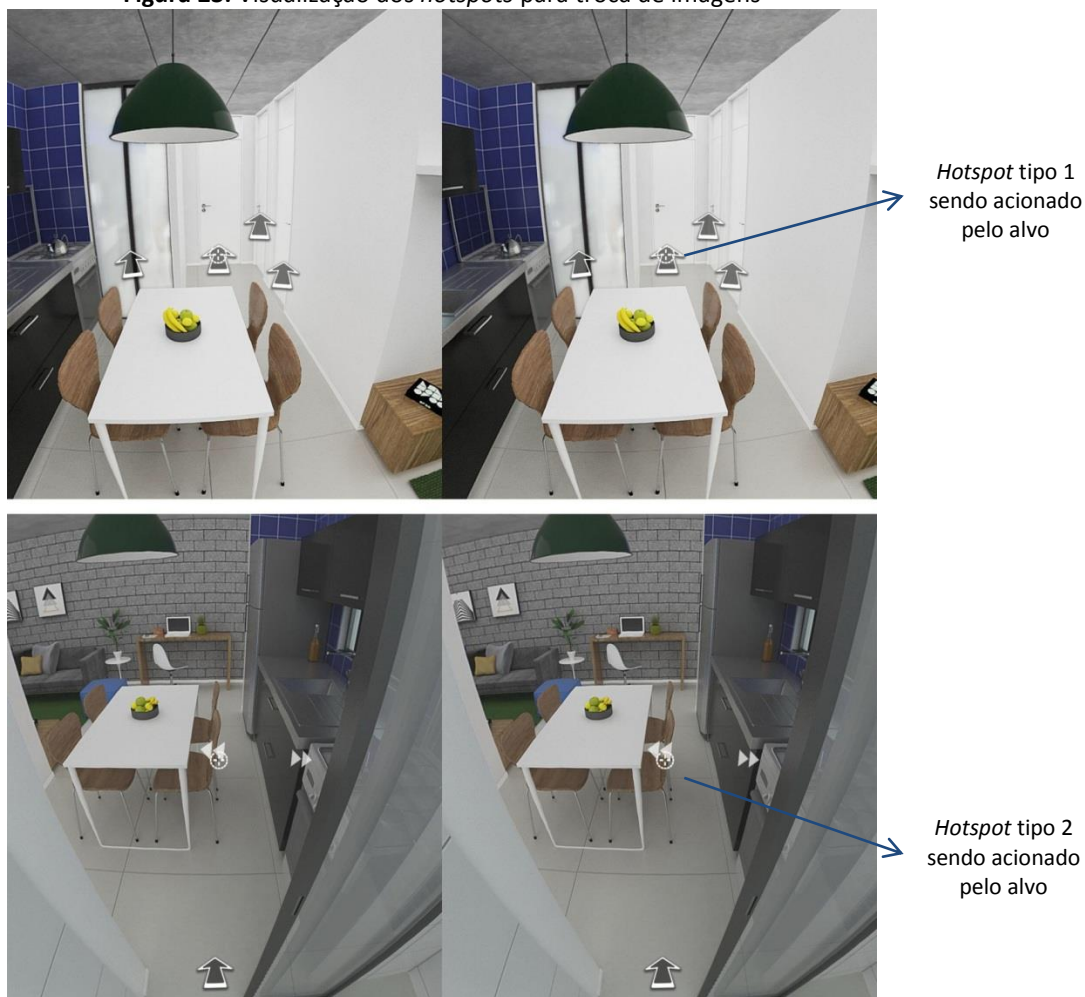


Fonte: Do autor, <https://sentiovr.com/> (2017)

Esse tipo de plataforma permite a produção de *tour* virtual com suporte aos óculos 3D ou visualização em *desktops* e *smartphones* com acesso à internet. O *tour* produzido no *ImersioVR* é limitado a até 10 imagens, sendo permitida a configuração de *hotspots*¹⁰ para a conexão entre as imagens. Os *hotspots* são de dois tipos nesse sistema, o primeiro consiste em setas localizadas nas portas de todos os ambientes (Figura 23a) e o segundo tipo corresponde a ícones de retroceder e avançar que flutuam no centro da imagem (Figura 23b) de cada ambiente. O acionamento do *hotspot* é feito por um ícone em forma de alvo, que fica posicionado no centro da tela, ao girar a cabeça, o usuário precisa posicionar o alvo em cima do *hotspot* por 3 segundos para que a troca de imagem aconteça. Ainda é possível que o pesquisador posicione os *hotspots* em qualquer ponto da imagem, sendo que usuário pode optar por utilizar qualquer um deles para realizar o *tour*.

¹⁰ Espécie de marcador inserido na imagem com a finalidade de direcionar o usuário até a imagem seguinte, ou retornar a imagem inicial (Definição do autor).

Figura 23: Visualização dos *hotspots* para troca de imagens



Fonte: Do autor, produzido no software *ImersioVR*

Após a configuração do *tour*, a plataforma gera um *link* que direciona para a visualização das imagens no site da mesma. Dessa forma, o *link* pode ser acessado por um *smartphone* inserido nos óculos 3D para realização da simulação.

A imagem seguinte mostra a visão do usuário, pelos óculos 3D, de cada ambiente que compõe o modelo de simulação. Os procedimentos para a realização da simulação no MV consistem em acessar o *link* gerado na plataforma *ImersioVR* através do *smartphone*; ativar o modo *cardboard*¹¹ na visualização das imagens (a imagem é subdividida e relocada no formato paisagem); inserir o *smartphone* nos óculos 3D; colocar os óculos na cabeça e ajustar o foco das imagens através dos botões de ajuste localizados na parte superior dos óculos.

¹¹ A palavra *cardboard* pode ser traduzida do inglês como cartão de papelão. O termo representa um artefato de baixo custo, semelhante a um par de óculos, para encaixar um *smartphone* que permite o desenvolvimento de aplicativos de realidade virtual (Definição do autor).

Figura 24: Perspectiva de cada ambiente do MV pelo usuário



Fonte: Do autor, produzido no software ImercioVR

Tais botões de ajuste de foco dos óculos (Figura 25a) calculam a distância entre os olhos do usuário, sendo necessário o ajuste dessa distância por cada participante da simulação.

Os óculos 3D apresentam também uma alça para fixação do mesmo na cabeça do participante, de modo que ele não precise segurá-los e tenha a total liberdade de movimentação da cabeça (6GDL). O giroscópio do *smartphone* identifica os movimentos do usuário no espaço e sincroniza sua posição de acordo com a imagem que está sendo visualizada na tela, reforçando a sensação de imersão.

Também foi utilizado, a partir da etapa de pré-teste, o programa *LonelyScreen*¹², cuja finalidade é espelhar a tela do *smartphone* na tela do *notebook* (Figura 25b) para que o avaliador acompanhe em tempo real os movimentos e a visão do usuário no ambiente virtual.

¹² <https://www.lonelyscreen.com/>

Figura 25: MV com *smartphone* (a) e espelhamento da tela (b)



Fonte: Do autor

O *tour* virtual produzido para esta pesquisa pode ser acessado gratuitamente através de um *smartphone* ou computador pelo seguinte *link*: <<https://goo.gl/xKkqnZ>>.

3.4. Método de Coleta de Dados

Uma avaliação consiste na análise, aferição e teste de um artefato, cujo objetivo principal é a identificação de problemas de usabilidade, levando a mudanças no projeto do mesmo. Além disso, essa avaliação pode ter propósitos secundários, como a formulação de diretrizes para artefatos semelhantes e modelos de desempenho, esse último, visa prever o desempenho de um usuário em uma tarefa específica dentro de uma interface (BOWMAN et al., 2004).

Tendo como referência os estudos anteriores com avaliação de usuários e modelos tridimensionais (IMAI, 2007; AZUMA, 2016; ZALITE, 2016; RODRIGUES, 2016), optou-se, inicialmente, pela aplicação das simulações em etapas, com poucos participantes, com a finalidade de aprimorar os modelos de pesquisa entre as aplicações, conforme recomenda alguns autores (ORNSTEIN; ROMÉRO, 1995; NILSEN, 2000; WANG, 2013; ONO et al. 2015; JERALD, 2016).

Inicialmente, esta pesquisa propõe uma dinâmica com o uso de ferramentais (modelos tridimensionais) e métodos de coleta de dados (questionário, observações comportamentais, simulações), para posterior avaliação dessas ferramentas e métodos, tendo como referência um determinado projeto (definido no item 3.2).

Essa dinâmica foi aplicada com potenciais usuários de HIS, e estruturada no formato semelhante a um questionário com orientações ao pesquisador, questões de múltipla escolha e questões abertas, sendo denominado: **Roteiro de aplicação da pesquisa.**

O roteiro de aplicação apresenta, inicialmente, questões que coletam dados sobre o perfil do participante, e depois, inicia-se a apresentação dos modelos de simulação e as questões de coleta das informações. Optou-se pela divisão dos participantes da dinâmica em dois grupos, onde o primeiro grupo inicia a simulação pelo modelo físico e segue posteriormente para o modelo virtual, e o segundo grupo segue uma sequência inversa, no sentido de entender como ou o quanto a ordem de apresentação dos modelos influencia a percepção dos participantes. Em função disso, houve a necessidade de desenvolver dois modelos diferentes de roteiro (ver apêndices D e E).

É importante salientar como a dinâmica de simulação desta pesquisa foi estruturada. Nilsen (2000) recomenda que, em pesquisas que envolvam a avaliação de instrumentos, sejam feitos um número maior de testes com número menor de participantes, ao invés de realizar um único teste com grande número de pessoas. Porque, segundo o autor, existe uma curva de aprendizagem grande entre os primeiros participantes, e a partir do terceiro participante, há uma repetição dos problemas encontrados anteriormente, de maneira que a partir do décimo segundo participante há uma tendência de não serem encontrados mais erros de aplicação. Em função dessa diversidade entre os primeiros participantes, o autor sugere a divisão desses participantes iniciais em pequenos testes, à medida que o instrumento possa ir sendo modificado pelo pesquisador.

Portanto, a aplicação dos procedimentos de simulação nesta pesquisa foi dividida em três etapas: **estudo piloto, pré-teste e pesquisa final**.

O estudo-piloto caracteriza-se como um ensaio relacionado à atividade de pesquisa que busca experimentar, analisar, reformular e aperfeiçoar as ferramentas em questão (TURNER, 2005; AZUMA, 2016). Esse ensaio inicial busca identificar a receptividade do usuário ao modelo de simulação, além de identificar possíveis inconsistências apresentadas durante a sua aplicação, para posterior correção e aperfeiçoamento (AZUMA, 2016).

Essa primeira etapa é realizada para reduzir riscos ou incertezas no método que se pretende utilizar, ajudando a desenvolver estratégias mais adequadas para mitigação de riscos, caso o método venha a falhar (TURNER, 2005).

Ainda sobre o estudo-piloto, Yin (2001) comenta que essa etapa pode revelar inadequações no método inicial, ajudando a adaptá-lo. Sendo que uma vez que tenham sido coletados parte de dados, as análises podem revelar muitas falhas a serem corrigidas pelo pesquisador. O piloto auxilia o pesquisador na hora de aprimorar planos para coleta de dados tanto em relação ao conteúdo, quanto aos procedimentos que devem ser seguidos (YIN, 2001). Sendo assim, nesta pesquisa, o foco dessa aplicação inicial está no funcionamento de todos os equipamentos utilizados, bem como a dinâmica de simulação proposta.

O pré-teste, segundo Ono et al., (2015), é recomendado para pesquisas nas áreas sociais, humanas, médicas e de saúde pública, dentre outras, para todos os instrumentos de avaliação. Através de sua aplicação, é possível antever, em uma amostra reduzida, eventuais problemas que possam ocorrer nos procedimentos de pesquisa e efetuar, se necessário, uma reprogramação da pesquisa definitiva (ORNSTEIN et al.,1995). Além disso, o pré-teste é importante para treinamento do avaliador na aplicação do procedimento e verificação da legibilidade das questões abordadas junto aos participantes.

Neste sentido, Yin (2001) salienta que é importante observar a diferença entre os dois procedimentos. O estudo-piloto, visa aprimorar os planos de coleta de dados do pesquisador, assim como os procedimentos que devem ser seguidos, de uma maneira mais formativa, ajudando a alinhar todas as questões do processo. Já o pré-teste, é uma forma mais fiel possível da rodada final de testes, ou seja, espera-se que na ocasião o plano

pretendido para a coleta de dados já esteja aprimorado.

Portanto, o estudo-piloto foi realizado com seis participantes, o pré-teste também com seis participantes, e a pesquisa final com 30 participantes. O número de participantes das etapas foi definido em função das recomendações de Nilsen (2000) e Ornstein e Roméro (1992). Por se tratar de uma avaliação de dados qualitativos, para a avaliação final, recomenda-se adotar uma amostra mínima, comumente utilizada em pesquisas de APO, de 30 participantes (ORNSTEIN; ROMÉRO, 1992).

Sobre a definição da amostra, ou perfil de participantes desejáveis, Ornstein e Roméro (1992, p.111) dizem que:

[...] pode-se aplicar o pré-teste na mesma população amostral em que será aplicado a pesquisa definitiva, entretanto, segundo alguns puristas, o pré-teste deveria ser obrigatoriamente aplicado em outra população semelhante, visando garantir a aleatoriedade da amostra da população em que será aplicado o procedimento definitivo.

Nesse sentido, Imai (2007, p.154) complementa que a principal característica na definição da amostra é “determiná-la de tal forma que seja representativa em relação ao grupo pesquisado, confiável e adequada aos custos e prazos da pesquisa”.

3.4.1. Dinâmica de Simulação

Após a fundamentação teórica dos diferentes aspectos que relacionam a pesquisa, é possível direcionar o método de coleta de dados que foi utilizado nos modelos de simulação com usuários. Para isso, buscou-se métodos que pudessem cumprir os objetivos de pesquisa.

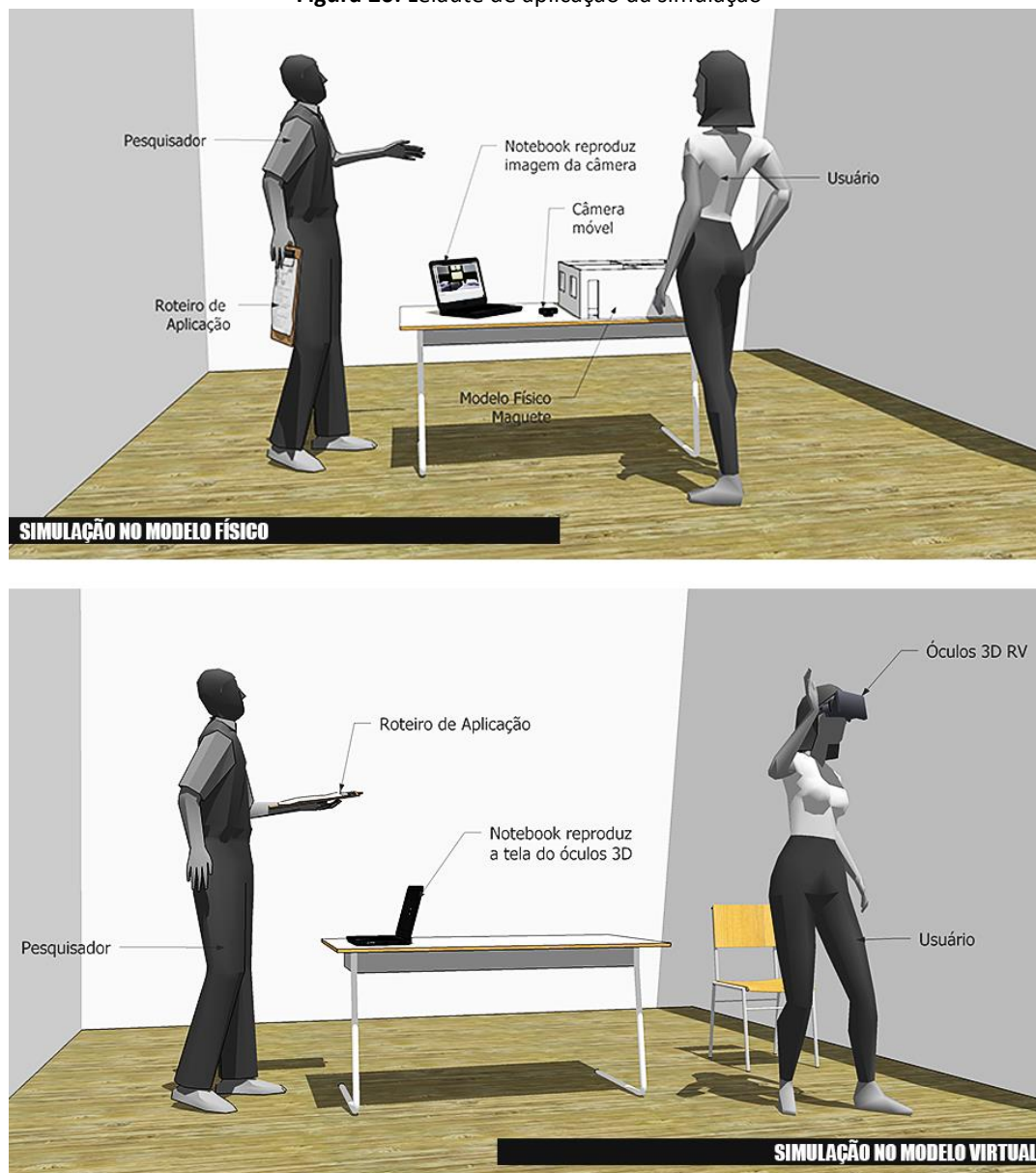
Dentre algumas técnicas comumente utilizadas em pesquisas RAC, destacam-se a potencialidade de aplicação nesta pesquisa dos seguintes métodos, conforme definição de Smythe e Spinillo (2017):

- **Percurso cognitivo:** ato de percorrer um sistema simulado realizando tarefas pré-definidas; utiliza-se uma lista de verificação relacionada à percepção do participante em relação ao ambiente;
- **Protocolo verbal:** o usuário explica em voz alta aquilo que está pensando (intenções, dúvidas, problemas), além de comentar suas impressões pessoais sobre o sistema, enquanto executa uma tarefa determinada;
- **Teste de usabilidade:** coleta de dados sobre a interação de usuários enquanto realizam tarefas de uso do produto ou sistema;
- **Observação do participante:** captação por parte do pesquisador, da realidade que se pretende analisar, principalmente do comportamento do usuário.

Estas técnicas foram utilizadas em ambos os modelos, de maneira diferente, por meio do Roteiro de aplicação da pesquisa, que contém as orientações da ordem dos procedimentos a serem executados pelo pesquisador, assim como as questões que devem ser respondidas pelo usuário.

As simulações foram realizadas em uma sala contendo mesa de apoio ao modelo físico e *notebook*. O leiaute desse ambiente segue a configuração a seguir (Figura 26), ocorrendo modificações na posição dos elementos de acordo com a aplicação da simulação no modelo físico ou no modelo virtual. Também foi necessário providenciar uma cadeira na sala, caso o usuário demonstrasse insegurança ao utilizar os óculos 3D, o mesmo poderia realizar a tarefa sentado.

Figura 26: Leiaute de aplicação da simulação



Fonte: Do autor

3.4.2. Testes de Usabilidade e Percurso Cognitivo

Para a aplicação do conceito de usabilidade dos modelos, podemos entendê-lo como “o quão fácil é para o usuário final aprender a usar o sistema, quão eficientemente ele irá utilizar o sistema assim que aprenda como usar e quão agradável é o seu uso” (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p.166).

Ao testarmos a usabilidade do sistema encontramos os erros frequentemente cometidos pelo usuário, à dificuldade de aprendizagem, ou ainda, a lentidão ou rapidez na

execução das tarefas. Cabe ao pesquisador mensurar esses aspectos, atribuindo valores para que as análises sejam precisas.

É importante destacar com precisão qual o objetivo de um teste de usabilidade para a sua correta interpretação. Para Rocha e Baranauskas (2003) é fundamental distinguir se o teste de usabilidade tem como objetivo obter uma ajuda no desenvolvimento do sistema ou se visa avaliar a qualidade global dele.

Neste estudo, os testes de usabilidade foram focados na avaliação global do sistema, para isso, alguns pontos precisam ser definidos previamente (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 201):

Quadro 2: Verificação da usabilidade dos instrumentos de pesquisa

Questionamentos necessários:
• Qual objetivo do teste: o que se deseja obter?
Verificar se cada modelo de simulação corresponde aos objetivos propostos de pesquisa.
• Quando e onde o teste irá acontecer?
Dezembro de 2017, em uma sala de aula na cidade de Apucarana-PR.
• Qual a duração prevista de cada sessão de simulação?
De 20 a 30 minutos.
• Qual o suporte necessário?
<i>Notebook, smartphone, câmera fotográfica, mesa, cadeira e acesso à internet.</i>
• Quem serão os usuários e como serão conseguidos?
Alunos da turma noturna do supletivo que possuem perfil de potenciais usuários de HIS. Escolhidos por uma entrevista prévia sobre renda familiar e condição da atual moradia.
• Quantos usuários são necessários?
30 pessoas.
• Quais as tarefas que serão solicitadas aos usuários?
Percurso cognitivo nos dois modelos de simulação e respostas das questões do roteiro.
• Qual critério será utilizado para definir que os usuários terminaram cada tarefa corretamente?
Identificação correta dos ambientes e descrição dos objetos simulados nos modelos.
• Quanto o pesquisador poderá ajudar o usuário durante a simulação?
Apenas explicando como utilizar ambos os modelos.
• Quais dados serão coletados e como serão analisados?
Dados subjetivos por meio de respostas do roteiro, fotografias e comportamento dos usuários. Serão analisados com base na fundamentação teórica da pesquisa, processados por meio de gráficos e escala de valores.
• Qual o critério para determinar que o modelo é um sucesso?
Se o modelo cumpre o objetivo principal da pesquisa, que é facilitar a comunicação do projeto para usuários de HIS.

Fonte: Do autor

Diante desses questionamentos o pesquisador está amparado em quesitos que conferem confiabilidade e validade ao seu experimento. A confiabilidade pode ser entendida como “o grau de certeza de que o mesmo resultado será obtido se o teste for repetido; e a

validade, o fato dos resultados do teste refletirem os aspectos de usabilidade que se deseja testar” (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p.201).

Para viabilizar o procedimento de simulação e a execução das tarefas nos modelos tridimensionais, será adotada a técnica de percurso cognitivo. Esse método “visa fornecer uma nova ferramenta para avaliar a usabilidade de um sistema e atribuir causas a problemas de usabilidade, no início do processo de *design*” (POLSON et al., 1992, p.741). Segundo Rocha e Baranauskas (2003, p.167), nesse método “o avaliador simula o usuário “caminhando” na interface para executar tarefas típicas”.

Esse método se concentra nos processos cognitivos necessários ao usuário para a execução de determinada tarefa no sistema projetado, sendo que o objetivo desse procedimento é avaliar a facilidade com que os usuários podem realizar a tarefa proposta com pouco ou nenhum treinamento prévio (POLSON et al., 1992).

Conforme Polson et al. (1992) o percurso cognitivo consiste em duas fases: Preparação e Avaliação. Segundo o autor, na fase de preparação o pesquisador determina uma tarefa que representa uma amostra representativa da finalidade do sistema projetado. Para isso, é necessário estabelecer a sequência de ação usada para a realização da tarefa e os objetivos a serem cumpridos pelo usuário. Enquanto que na fase de avaliação, o foco está em analisar a interação entre o usuário e o sistema, identificando possíveis falhas de projeto do sistema.

Em síntese, o percurso cognitivo é um método de aprendizado através da exploração dos sistemas propostos. É importante que o pesquisador determine com clareza qual a tarefa a ser realizada pelo usuário de modo que ele seja capaz de aprender a usar o sistema explorando-o, ou seja, adivinhando o que fazer e interagindo com o mesmo. Através dos processos cognitivos envolvidos na tarefa o usuário faz as ações necessárias para que a exploração seja bem sucedida, cabendo ao pesquisador avaliar se execução foi correta ou não.

Os quadros mostrados a seguir sintetizam a estrutura do percurso cognitivo nos dois modelos de simulação:

Quadro 3: Percurso Cognitivo no Modelo Físico

Tarefa	Uma atividade que o usuário precisa realizar no sistema que está sendo analisado: <ul style="list-style-type: none"> • Pegar a câmera (modelo HD Webcam C270 Logitech) e percorrer todos os ambientes da maquete física visualizando na tela do notebook os ambientes.
Objetivo	Algo que o usuário precisa alcançar: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar quantos/quais ambientes constituem o modelo visualizando através das imagens geradas pelo movimento da câmera. • Identificar a tipologia da habitação.
Sequência dos Objetivos	Uma hierarquia de objetivos relacionados: <ul style="list-style-type: none"> • Usuário identifica móveis, objetos, revestimentos, esquadrias, etc. Esses elementos o auxiliam a caracterizar corretamente o ambiente visualizado e a tipologia da habitação.
Resultados	Forma de análise do procedimento cognitivo. <ul style="list-style-type: none"> • O usuário cumpriu a tarefa corretamente? Qual foi seu desempenho? • O tempo pra execução está dentro do esperado?

Fonte: Do autor, com base em Polson et al. (1992, p.749)

Quadro 4: Percurso Cognitivo no Modelo Virtual

Tarefa	Uma atividade que o usuário precisa realizar no sistema que está sendo analisado: <ul style="list-style-type: none"> • Colocar os óculos 3D, ler a frase que está escrita num quadro posicionado na imagem da sala do ambiente virtual e executar o que está sendo pedido.
Objetivo	Algo que o usuário precisa alcançar: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar quantos/quais ambientes constituem o modelo visualizando através das imagens do <i>tour</i> virtual. • Identificar a tipologia da habitação.
Sequência dos Objetivos	Uma hierarquia de objetivos relacionados: <ul style="list-style-type: none"> • Usuário identifica móveis, objetos, revestimentos, esquadrias, etc. Esses elementos o auxiliam a caracterizar corretamente o ambiente visualizado e a tipologia da habitação.
Resultados	Forma de análise do procedimento cognitivo. <ul style="list-style-type: none"> • O usuário cumpriu a tarefa corretamente? Qual foi seu desempenho? • O tempo pra execução está dentro do esperado?

Fonte: Do autor, com base em Polson et al. (1992, p.749)

O critério para processar os resultados foi determinado pela quantidade de ambientes corretamente identificados pelo usuário e a precisão na exposição dos elementos do projeto no qual ele está interagindo. Também foi analisada a relação entre o tempo e a execução correta das tarefas, sendo que o pesquisador atribui um desempenho como resultado final (Ver subitem 3.4.3).

Esse método de percurso cognitivo pode ser associado a técnica de protocolo verbal, conhecida como “pensando em voz alta”. O usuário verbaliza tudo o que está pensando enquanto usa o sistema, sendo necessário que o pesquisador estimule o usuário a falar sem

interferir no seu desempenho (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003). As vantagens dessa técnica estão em “mostrar *o que* o usuário está fazendo, e o *porquê* está fazendo *enquanto* está fazendo” (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p.204). Contudo, ainda segundo o autor é preciso atentar-se para analisar cuidadosamente os comentários dos usuários, uma vez que podem dar falsa impressão das razões de um determinado problema.

Através do uso dessas técnicas obtém-se medidas típicas de usabilidade que são quantificáveis (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p.205), para medir a performance do usuário e a eficiência do uso do sistema:

- Tempo que usuário leva para concluir a tarefa;
- O número de erros ou acertos na tarefa;
- Proporção entre os comentários favoráveis e críticos com relação ao sistema;
- Expressões de frustração ou alegria com o uso;
- A proporção de usuários que disse preferir um ou outro modelo.

Por fim, as técnicas de percurso cognitivo e protocolo verbal serão empregadas no sentido de mensurar a usabilidade dos modelos propostos, entretanto, não podem ser o único método de coleta de dados para a finalidade da pesquisa. Alguns atributos dos modelos de simulação propostos precisam ser avaliados através de outros métodos, captando informações sobre funcionalidade, desempenho e limitações. Para isso, foi desenvolvido um roteiro de aplicação da simulação para abranger mais aspectos de avaliação, descritos a seguir.

3.4.3. Roteiro de Aplicação

O roteiro de aplicação da pesquisa consiste em um documento que orienta o pesquisador na aplicação da simulação e questiona o usuário sobre diferentes aspectos e situações de interação com os modelos tridimensionais. Foram desenvolvidos dois modelos de roteiro, um para aplicação no Grupo 1 – Início no Modelo Físico (Apêndice D) e um para aplicação no Grupo 2 – Início no Modelo Virtual (Apêndice E). Ambos os roteiros possuem as questões similares para efeito de comparação, apenas com inversão da ordem.

A configuração desse roteiro é composta por orientações ao avaliador (pesquisador) e questões destinadas aos participantes da simulação (usuários). O objetivo dessa ferramenta é conduzir sistematicamente a dinâmica de simulação e coletar informações variadas através de diferentes métodos.

Nesse roteiro estão inseridos os procedimentos para realização do percurso cognitivo e protocolo verbal descrito anteriormente. Além disso, as questões de múltipla escolha, de atribuição de valores e questões abertas permitem coletar informação sobre a percepção do usuário sobre o modelo de simulação, sobre o projeto arquitetônico representado e sobre o seu desempenho no uso de tais ferramentas.

No início da simulação, através desse roteiro, o avaliador é orientado a explicar os objetivos da pesquisa, a apresentar o termo de consentimento (Apêndice A) e recolher a assinatura do participante. Feito isso, é realizada uma pequena entrevista (itens 1 a 4), para identificação do perfil dos usuários (Figura 27). Essa identificação inicial do perfil é importante para que na análise dos dados seja possível fazer correlações entre as características pessoais e a influência delas no uso dos instrumentos de simulação e na percepção dos ambientes simulados.

Figura 27: Questões sobre o perfil do participante

ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA PESQUISA - INÍCIO COM MODELO FÍSICO					
<i>Explicar para o usuário o objetivo da pesquisa, confidencialidade e termo de autorização. Salientar que é o modelo que está sendo avaliado e não o participante.</i>					
PERFIL DO RESPONDENTE					
1.	Gênero	<input type="text"/>	Idade	<input type="text"/>	Estado Civil <input type="text"/>
2.	Quant. filhos	<input type="text"/>	Idade e sexo (filhos)	<input type="text"/>	
3.	Outros moradores? (Se sim, idade, sexo e relação)				
4.	Tipo de moradia				
	<input type="checkbox"/>	Casa Térrea	<input type="checkbox"/>	Apart.	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Edícula	<input type="checkbox"/>	Sobrado	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Outro	<input type="text"/>		

Fonte: Do autor

Após essa identificação do perfil, o participante é orientado a utilizar a câmera percorrendo todos os ambientes da maquete, tentando realizar a tarefa de identificar os ambientes corretamente (percurso cognitivo). Ao percorrer os espaços, ele explica em voz alta o que está executando (protocolo verbal), descrevendo quais objetos estão sendo vistos, explicitando suas dúvidas e identificando os ambientes.

Finalizado a passagem do participante por todos os ambientes, o avaliador preenche o item que corresponde ao desempenho do participante na execução da tarefa (item 5), assim como observações que julgar necessárias. Caso o participante não identifique corretamente nenhum ambiente, é atribuído o resultado “péssimo”. Para até dois ambientes é atribuído desempenho “ruim”, de três a cinco ambientes, “regular”, “bom” para seis ambientes identificados corretamente, e “excelente” para mais de seis ambientes.

Figura 28: Desempenho do percurso cognitivo no MF

SIMULAÇÃO COM O MODELO FÍSICO	
<i>Apresentar o modelo e pedir para o participante identificar os ambientes através do percurso cognitivo com a câmera</i>	
5.	Resultado do percurso cognitivo realizado pelo participante.
	<input type="checkbox"/> Péssimo (0) <input type="checkbox"/> Ruim (1 a 2) <input type="checkbox"/> Regular (3 a 5) <input type="checkbox"/> Bom (6) <input type="checkbox"/> Excelente (+6)
	Observações sobre o percurso cognitivo:

Fonte: Do autor

É importante ressaltar que o projeto representado na maquete possui seis ambientes principais bem definidos (sala, cozinha, quarto dos filhos, quarto do casal, lavanderia e banheiro), contudo, caso o participante identifique a sacada, ou detalhe melhor os ambientes especificando áreas como *home office*, escritório, *hall*, estar ou jantar, será atribuído a ele um desempenho excelente.

As questões seguintes do roteiro (Figura 29) têm o objetivo de coletar dados sobre a usabilidade do modelo para determinado propósito. O item seis objetiva verificar se o usuário distingue com clareza a tipologia da habitação. No item sete é possível entender quais aspectos do modelo limitam a compreensão dos ambientes pelos participantes. O item oito permite ao pesquisador verificar a capacidade do modelo de incentivar a pessoa a propor modificações na habitação, refletindo sobre suas necessidades. No item nove o usuário avalia as características de representação dos materiais utilizados no modelo. O item dez avalia a interação do usuário com o modelo, enquanto que o item onze faz o usuário refletir de maneira mais ampla como foi a experiência de utilização e atribuir uma nota.

A maioria das questões do roteiro possuem uma gradação nas respostas, que varia em cinco escalas, podendo ser de “muito difícil” até “muito fácil” ou ainda, variando de “péssimo” até “excelente”. O intuito de colocar esse padrão de respostas é para mensurar através de valores os aspectos de comunicação das ideias do projeto com o usuário. As

questões abertas se limitam a uma abordagem de aspectos mais amplos junto ao usuário, como propostas de modificações, descrição da experiência e comentários.

Figura 29: Questões referentes aos itens 6 até o 11 do roteiro

6.	Você consegue identificar que tipo de habitação é essa?
	<input type="checkbox"/> Casa térrea <input type="checkbox"/> Sobrado <input type="checkbox"/> Apartamento <input type="checkbox"/> Outra
	Por que você acha isso? O que levou você a essa resposta?
7.	Em qual dos ambientes você sentiu maior dificuldade de compreender o espaço?
	Porquê?
8.	Se você pudesse fazer modificações nesse projeto, o que você faria?
	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	Se sim, o quê?
9.	Em relação à representação dos materiais utilizados nas paredes, piso, móveis e objetos como você avalia?
	<input type="checkbox"/> Péssimo <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Excelente
	Porquê?
10.	Em geral, qual foi o nível de dificuldade ou de facilidade na utilização desse modelo?
	<input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito difícil
	Porquê?
11.	Você considera que compreende bem um projeto representado dessa maneira, como você avalia a representação dessa habitação? De uma nota de 0 à 10.
	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="text"/> Nota

Fonte: Do autor

Após essa primeira etapa da simulação com o Modelo Físico, o Modelo Virtual é apresentado para o participante e acontece a explicação do seu funcionamento. Após ajustes para sua utilização, ele é orientado a realizar o percurso cognitivo. Para que isso ocorra, o pesquisador orienta o usuário a encontrar e ler uma tarefa que está escrita num quadro posicionado acima da mesa de computador na sala de estar na primeira imagem do modelo virtual (Figura 30).

Ao encontrar e ler a frase no ambiente virtual o usuário recebe mais estímulos interativos, que podem aprimorar a experiência de uso do modelo. Essa ação também permite ao pesquisador confirmar se as imagens estão realmente nítidas para o usuário, uma vez que ele consegue ler a frase sem dificuldades de visualização.

Figura 30: Quadro percurso cognitivo – Visão do usuário



Fonte: Do autor

A frase constante no quadro é: “Percorra todos os ambientes dessa habitação descrevendo em voz alta suas características, qual o tipo de ambiente, como são os móveis e objetos?” e ao realizar corretamente essa tarefa, o pesquisador avalia o desempenho no percurso cognitivo através de uma escala, descrita no item 12 do roteiro.

Figura 31: Avaliação do item 12 do roteiro

SIMULAÇÃO COM MODELO VIRTUAL	
<i>Apresentar os óculos 3D , descrever o mecanismo de utilização e verificar a nitidez das imagens.</i>	
Orientar o participante a ler e realizar a tarefa (percurso cognitivo) proposta que está escrita no quadro acima da mesa de computador na imagem da sala.	
12.	Resultado do percurso cognitivo realizado pelo participante.
<input type="checkbox"/>	Péssimo (0)
<input type="checkbox"/>	Ruim (1 a 2)
<input type="checkbox"/>	Regular (3 a 5)
<input type="checkbox"/>	Bom (6)
<input type="checkbox"/>	Excelente (+6)
Observações sobre o percurso cognitivo:	

Fonte: Do autor

Os itens seguintes: 13, 14, 15 e 16, correspondem aos mesmos objetivos dos itens 6, 7, 8 e 9, elencados anteriormente (Figura 29), e servirão de comparação das respostas em cada modelo. Já o item 17 questiona o participante a identificar aspectos limitantes ou mais importantes do modelo inicialmente utilizado. O item 18 objetiva coletar informações comparativas sobre a percepção do participante sobre a dimensão dos espaços em ambos os modelos.

Figura 32: Avaliação dos itens 17 e 18 do roteiro

17.	Você consegue identificar algum aspecto da habitação, seja ele bom ou ruim, que não tinha notado no modelo físico? Se sim, qual?
18.	Você consegue compreender melhor ou pior do que o modelo físico o tamanho dos ambientes através deste modelo virtual?
	<input type="checkbox"/> Melhor <input type="checkbox"/> Pior
	Porquê?

Fonte: Do autor

Nos itens 19 e 20 é possível coletar o nível de dificuldade ou facilidade de interação e uso com o modelo assim como a atribuição de uma nota que sintetiza a experiência do usuário. Já no item 21 o participante é estimulado a comparar os modelos e opinar sobre sua preferência de utilização. No item 22 o participante pode revisar a avaliação final que fez de cada modelo, modificando as notas atribuídas anteriormente. Essa questão é relevante, pois revela informações sobre a ordem de apresentação dos modelos e a influência na percepção das pessoas. Por fim, no último item (23), o pesquisador deixa em aberto para o participante fazer algum comentário sobre a simulação.

Figura 33: Itens 19 ao 23 do roteiro

19.	Em geral, qual foi o nível de dificuldade ou de facilidade na utilização dos óculos 3D?
	<input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito difícil
	Porquê?
20.	Numa escala de 0 a 10, como você avalia a representação dessa habitação no modelo virtual?
	Porquê?
21.	Na sua opinião:
	<input type="checkbox"/> Consegui compreender melhor o projeto através do modelo físico
	<input type="checkbox"/> Consegui compreender melhor o projeto através do modelo virtual
	<input type="checkbox"/> Consegui compreender igualmente o projeto nos dois modelos
	<input type="checkbox"/> Cada modelo me fez compreender aspectos diferentes do projeto
	Justificativa
22.	Se você pudesse revisar a sua avaliação anterior sobre o modelo físico, mudaria sua nota?
	<input type="checkbox"/> SIM De <input type="checkbox"/> para <input type="checkbox"/> Modelo Físico
	<input type="checkbox"/> NÃO De <input type="checkbox"/> para <input type="checkbox"/> Modelo Virtual
23.	Você tem algum comentário, sugestão ou crítica sobre a simulação?

Fonte: Do autor

4. ESTUDO EXPLORATÓRIO

A estrutura do método proposto neste estudo consiste em três processos principais:

- 1) Desenvolvimento e aperfeiçoamento do modelo físico e do modelo virtual;
- 2) Criação da dinâmica de simulação;
- 3) Estruturação do roteiro de simulação para coleta de dados.

Esses três processos foram desenvolvidos em etapas – estudo-piloto, pré-teste e pesquisa final – para que ao longo de cada uma os dados pudessem ser analisados e o método e instrumentos aperfeiçoados.

Quadro 5: Síntese da estrutura do método

	PARTICIPANTES	MODELOS	ROTEIRO
ESTUDO-PILOTO	Seis participantes com perfil diferente do público-alvo. Os participantes foram divididos em dois grupos com dinâmicas de simulação distintas.	Nesta etapa o MF continha as características principais de representação do projeto, e um boneco como escala humana. O MV apresentou representação mais detalhada do ambiente simulado, através do software <i>SentioVR</i> .	A primeira versão do roteiro possuía questões abertas e apenas algumas delas mediam níveis de avaliação.
PRÉ-TESTE	Seis participantes do mesmo universo de pesquisa do grupo focal estudado, potenciais usuários de HIS. A configuração de dois grupos distintos foi mantida.	Nesta etapa foram adicionados mais detalhes representativos ao MF e houve a inserção de uma câmera na dinâmica ao invés da utilização do boneco. O MV foi desenvolvido novamente em outra plataforma de visualização para correção de erros.	Nesta segunda etapa foram introduzidos no roteiro a técnica de percurso cognitivo e protocolo verbal, além da inserção de gradação em todas as questões, tornando-as mais objetivas.
PESQUISA FINAL	30 pessoas com perfis de potenciais usuários de HIS, definidos por meio de entrevista prévia. A configuração de dois grupos distintos foi mantida.	Nesta etapa não houve mais alterações no modelo físico nem no virtual.	Não houve alteração no roteiro nesta etapa.

Fonte: Do autor

Nas três etapas de simulação a configuração dos modelos de simulação e o leiaute da sala mantiveram-se semelhantes. Já na primeira etapa esse leiaute produziu resultados satisfatórios, sendo que nas etapas posteriores, pequenas alterações de mobiliário foram necessárias para permitir o uso da câmera no modelo físico.

As alterações maiores no método adotado ocorreram entre a etapa de estudo-piloto e pré-teste. Sendo que os modelos foram aperfeiçoados mediante os resultados obtidos com os primeiros participantes, havendo a necessidade de melhorar o detalhamento do MF e o software utilizado no MV.

A dinâmica de simulação também teve alterações importantes, com adição do método de percurso cognitivo e protocolo verbal após o estudo-piloto. Os resultados da primeira etapa mostraram a necessidade de estruturar melhor a interação dos participantes com os modelos, sendo que a identificação e potencialidade de aplicação foi desenvolvida melhor na etapa de pré-teste de acordo com a experiência obtida com os primeiros participantes.

A inserção do boneco que representou a figura humana no MF não produziu resultados satisfatórios, ocorrendo pouca interação do participante com a maquete, por isso, a inserção de uma câmera que simulasse a visão do observador foi proposta. E no MV, foi necessário criar estratégias para estimular mais a interação do participante com as imagens virtuais, por isso, foi definida uma tarefa a ser cumprida no percurso cognitivo. Ambas as ações foram desenvolvidas a partir dos resultados do estudo-piloto e implantadas no pré-teste.

E em relação ao roteiro, da primeira para a segunda etapa o mesmo foi completamente reestruturado. Primeiro, para introduzir o método de percurso cognitivo e protocolo verbal, e depois, para facilitar a interpretação dos resultados obtidos. Foi identificada na primeira etapa a dificuldade de processar as informações produzidas por questões abertas, que por vezes não coletavam a informação correta, produzindo opiniões sobre assuntos distantes do objetivo. Por esse motivo, a maioria das questões foram reformuladas para capturar mais a experiência do usuário no uso dos modelos e não avaliar apenas o projeto representado. Além disso, os conceitos de experiência do usuário e usabilidade foram aprimorados e permitiram a inserção de níveis de compreensão e interação do usuário com as ferramentas, uma forma de medir a eficácia do método.

A seguir estão descritos detalhadamente os objetivos e resultados de cada etapa de simulação com os usuários.

4.1. Estudo-piloto

O objetivo do estudo-piloto desta pesquisa foi, primordialmente, testar a usabilidade dos instrumentos de pesquisa, o MF e MV de simulação, avaliar a dinâmica proposta, e ainda, verificar possibilidades de diferentes abordagens de pesquisa. Sendo assim, os dados gerados nesse primeiro contato com o procedimento de simulação não foram utilizados como resultados da pesquisa, servindo apenas para identificar potenciais falhas na execução do procedimento, falhas nos equipamentos e direcionar o aprimoramento dos modelos para as etapas seguintes.

Este primeiro estudo exploratório serviu para o pesquisador verificar diferentes estratégias, buscando colocar em prática alguns aspectos relevantes da pesquisa identificados na fundamentação teórica. Principalmente no que se refere a abordagem do usuário, a configuração do cenário de simulação, a dinâmica de funcionamento do estudo, os recursos necessários, quais variáveis analisar e como coletar os dados.

No estudo-piloto o pesquisador tem o primeiro contato com a aplicação da dinâmica proposta, em função disso, foi investigado se o uso de dois modelos com características distintas de representação influencia a percepção do usuário em certos momentos, por isso, é importante entender nesse primeiro contato, como o participante se comporta em relação a cada modelo.

Partindo da premissa de que aplicar a simulação com o participante em apenas um modelo (um grupo utiliza a simulação apenas no modelo físico enquanto outro apenas no modelo virtual) não fornecerá dados que permitam efeito de comparação, em função das características tão diferentes dos instrumentos, levantaram-se as seguintes hipóteses que serão analisadas no decorrer dos procedimentos de simulação:

- 1) Os participantes tendem a receber o modelo virtual com mais entusiasmo e deslumbramento diante da tecnologia de imersão em ambiente virtual;
- 2) Caso o participante seja submetido à simulação com ambos os modelos, a ordem de apresentação dos modelos influenciará na percepção do projeto.

Tendo essas hipóteses em mente, o estudo-piloto foi aplicado em seis participantes, em uma sala do Centro de Tecnologia e Urbanismo (CTU) da Universidade Estadual de

Londrina (UEL). Inicialmente, optou-se por dividir os participantes em dois grupos, sendo que ambos tiveram contato com os dois modelos de simulação. Entretanto, o primeiro grupo iniciou a dinâmica através do uso do modelo físico e depois passando a utilizar o modelo virtual, já o segundo grupo iniciou no modelo virtual pra depois utilizar o modelo físico.

Na primeira aplicação da dinâmica, foram selecionados entre os frequentadores do CTU, pessoas com faixa etária distinta, de ambos os sexos, e, em sua maioria, que não possuíssem conhecimento técnico prévio na área de construção civil. A íntegra do roteiro de simulação aplicado no estudo-piloto pode ser consultado no Apêndice C.

O Grupo 1 foi composto por três participantes do sexo feminino, na faixa etária entre 20 e 25 anos de idade. Coincidentemente, todos não possuem filhos e moram em apartamento com mais duas pessoas. Um deles tem ensino superior completo sendo que os outros dois possuem ensino superior incompleto.

No início da simulação o modelo físico foi demonstrado aos participantes e os mesmos foram estimulados a percorrer os ambientes com o boneco da escala humana na mão, sendo que no início da simulação o participante já era indagado se conseguia identificar que tipo de habitação era simulada: casa térrea, apartamento, edícula, sobrado ou outro.



Fonte: Do autor

De maneira geral, nesse primeiro grupo a maioria dos participantes não identificou corretamente a tipologia da habitação, apesar deles descreverem muito bem todos os

ambientes pelos quais estavam percorrendo. Também houve um bom nível de compreensão dos ambientes maiores e menores do projeto, eles conseguiram identificar quais espaços eram mais amplos ou quais espaços eram mais apertados, com circulações ruins.

A maioria deles também propuseram modificações no projeto, desde mudanças de tamanho de ambientes, leiaute do mobiliário ou revestimentos específicos. Os participantes classificaram o modelo como sendo de fácil utilização, que compreendem bem um projeto representado dessa maneira, sendo que um deles relatou certa dificuldade de movimentação das mãos nos ambientes menores do MF.

É interessante destacar que a avaliação do MF pelos três participantes foi de nota 10, sendo apontado como muito bem feito, compreensível e bem dinâmico a forma de apresentar o projeto. Vale ressaltar que a pergunta foi feita num sentido mais amplo, em relação a materiais, compreensão do tamanho dos ambientes e detalhes.

Após a primeira parte das questões do roteiro, foi apresentado o MV para os três participantes desse primeiro grupo. Eles colocaram os óculos (Figura 35) e foram orientados a realizar o *tour* virtual que iniciou na imagem da sala e cozinha, depois a imagem do dormitório de casal, dormitório dos filhos, lavanderia e banheiro. Nesse momento houve a necessidade de explicar o mecanismo de troca entre as imagens e verificação se as imagens estavam nítidas.

Figura 35: Participante Grupo 1 – estudo-piloto - simulação MV



Fonte: Do autor

Depois de realizar o *tour*, o participante ainda continuou com os óculos para a realização das questões da segunda parte do roteiro. A primeira questão tinha a finalidade

de entender se o participante conseguia identificar que se trata do mesmo projeto, representado virtualmente. Nem todos identificaram que se tratava do mesmo projeto, no entanto, no MV os participantes identificaram melhor a tipologia correta da habitação. As respostas mostraram que a visão externa da habitação, vista das janelas (Figura 36), facilitou a compreensão da tipologia correta, representação que o MF não possuía.

Figura 36: Representação das janelas da habitação no MV



Fonte: Do autor, produzido no software *SentioVR*

Com relação a compreensão dos ambientes, a maioria identificou corretamente os espaços, entretanto, um deles chamou atenção para a representação dos ambientes menores, dizendo que quando se olha para baixo há uma alteração na imagem. Essa alteração na imagem descrita pelo participante pode ser identificada como uma limitação do MV. Na representação de ambientes muito pequenos, ocorre uma distorção da perspectiva, principalmente nos cantos da imagem (Figura 36).

Os participantes foram questionados também se identificaram algum aspecto da habitação, seja ele bom ou ruim, que não tinham notado no MF. A maioria respondeu que achou o tamanho dos espaços diferentes nos modelos, ou ainda, que não tinha percebido certos móveis ou detalhes de decoração. Também houve relatos de que era possível entender melhor as portas de vidro e de madeira e o mobiliário era mais real porque você não o vê só de cima.

Nesse momento constata-se uma limitação do MF na representação da altura dos ambientes, assim como os elementos que compõem a parte superior da habitação: laje, iluminação e algumas esquadrias.

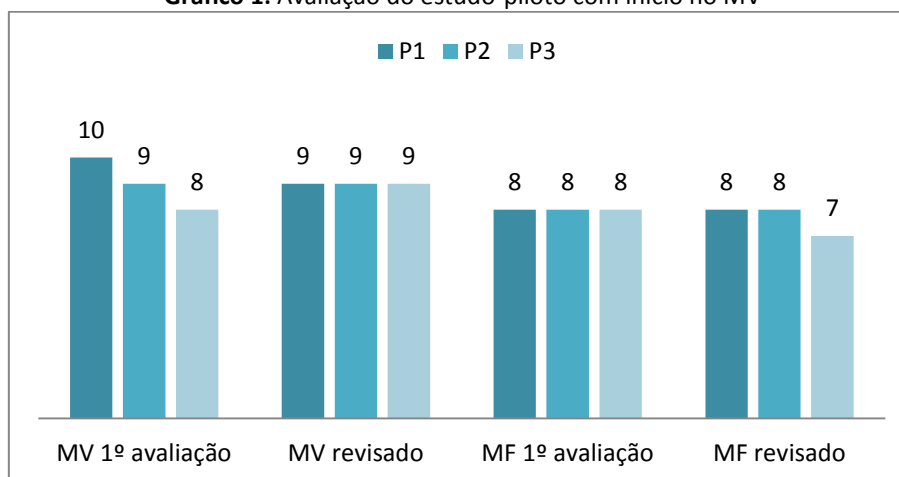
Ao final, os participantes foram indagados se no MV eles compreendiam melhor ou pior do que o MF, o tamanho dos ambientes. A maioria relatou que compreendeu melhor no MV pois havia a sensação de estar dentro do ambiente. E com relação à utilização, todos classificaram o uso do MV como fácil, embora fosse necessário um tempo para entender o mecanismo de troca de imagens.

Todos os participantes pontuaram o MV com nota 10, pois, segundo eles, a representação é muito boa e bem diferente. Para conclusão da dinâmica de simulação do Grupo 1 os participantes foram indagados se, agora que tiveram contato com os dois modelos, revisariam a nota do modelo anterior, o MF. Um deles manteve a nota de ambos os modelos, enquanto os outros dois rebaixaram apenas a nota do MF. Um reavaliou com nota 8 e o outro reavaliou com nota 9 o MF, todos os participantes tinham avaliado inicialmente os modelos com nota 10.

No Grupo 2 do estudo-piloto os participantes iniciaram a simulação no MV e posteriormente foram apresentados ao MF. O padrão de respostas entre os grupos foi bem semelhante, apontando bons níveis de compreensão do projeto, propostas de modificações e preferências. Os participantes destacaram que na experiência de simulação virtual, é possível compreender bem o projeto de habitação, relatando que a simulação virtual proporciona uma visita semelhante à realidade, que você se vê dentro dos ambientes, enxergando melhor os detalhes.

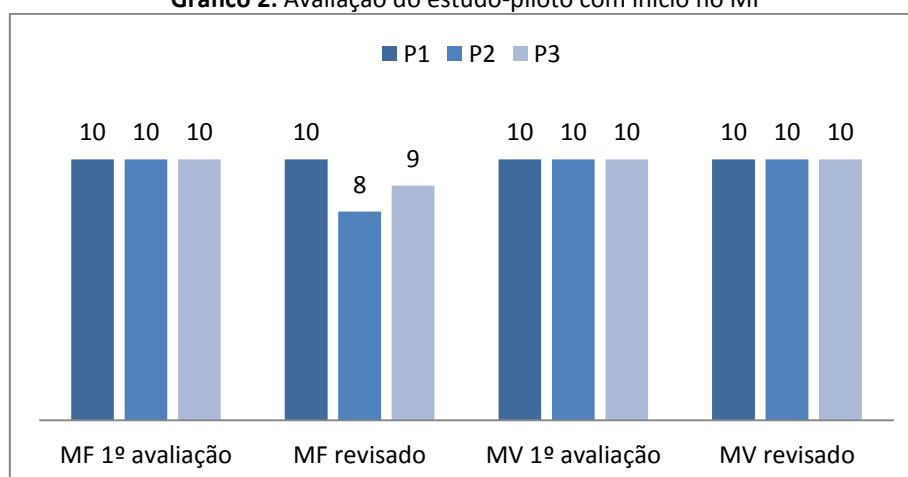
Para conclusão da dinâmica com os participantes do Grupo 2, eles foram indagados se, agora que tiveram contato com os dois modelos, revisariam a nota do modelo anterior, o MV. O primeiro participante (P1) rebaixou a nota do MV de 10 para 9, justificando que foi por conta da posição dos móveis. O segundo (P2) não revisou a avaliação, mantendo a nota 9. Já o terceiro (P3) decidiu revisar as duas notas dadas, rebaixando a nota do MF de 8 para 7 e aumentando a nota do MV de 8 para 9.

Diante dos resultados do estudo-piloto (Gráficos 1 e 2), constatou-se a influência da ordem de apresentação do Modelo Virtual (MV) e do Modelo Físico (MF) aos participantes (P1, P2 e P3) do procedimento de simulação, principalmente na avaliação geral dos modelos.

Gráfico 1: Avaliação do estudo-piloto com início no MV

Fonte: Do autor

O Gráfico 1 mostra que no estudo-piloto, ao iniciar a simulação com o MV, os participantes tendem a reavaliar a nota geral dos modelos, sendo que o MF recebeu nota mais baixa ou igual ao MV em todos os casos. Em contrapartida, no Gráfico 2, quando a simulação se inicia através do MF, as avaliações tendem a ser melhores, contudo, na maioria dos casos, a nota do MF também foi rebaixada após a apresentação do MV.

Gráfico 2: Avaliação do estudo-piloto com início no MF

Fonte: Do autor

O Quadro a seguir apresenta uma síntese dos resultados obtidos no estudo-piloto e quais ajustes foram necessários para as etapas seguintes do estudo exploratório da pesquisa.

Quadro 6: Aspectos comparativos entre os modelos aplicados no estudo-piloto

	MODELO VIRTUAL	MODELO FÍSICO	AJUSTES PARA AS PRÓXIMAS ETAPAS
MANIPULAÇÃO	Apresentou facilidade de manipulação, sendo necessária uma explicação detalhada do funcionamento por parte do pesquisador.	Em função da altura das paredes, nos ambientes menores apresentou dificuldades para manipular o boneco nos espaços.	A altura do modelo físico será mantida para não perder as características de representação das portas e janelas.
TIPOLOGIA	Apresentou claramente os elementos que definem a tipologia da habitação.	Os participantes tiveram dificuldades em identificar a tipologia representada.	Melhorar a representação da sacada do apartamento.
TOTALIDADE	Possui característica de representação dos espaços de maneira fragmentada, dificultando a compreensão da totalidade da habitação.	Representa claramente a amplitude do projeto, o participante tem a visão de todos os ambientes juntos.	Não há.
VISUALIZAÇÃO	Apresenta visualização em qualquer ângulo, abaixando, erguendo ou rotacionando a cabeça, na altura do observador, simulando o campo de visão real.	Apresenta apenas a visão de cima da habitação ou a visão lateral pelas janelas, porém, ambas dificilmente seriam possíveis no ambiente real.	Não há.
IMERSÃO	Sensação de imersão no espaço projetado, proximidade da escala real da habitação.	Não apresenta características de imersão no espaço, a habitação é vista, na maior parte do tempo, por cima, num ângulo irreal.	Não há.
REPRESENTAÇÃO	Apresentou nível de representação "ótimo" dentre a maioria dos participantes.	Nível de representação "bom" pela maioria dos participantes.	Detalhes de decoração devem ser adicionados no modelo físico, nas mesmas características do modelo virtual.
DIMENSÕES	Há uma distorção no tamanho dos objetos nos ambientes menores, mais próximos a visão do observador, porém, contempla todos os elementos do projeto.	Não representa corretamente a altura da habitação, visto que o modelo é aberto, não há laje.	Não há.
INTERAÇÃO	Há interação com o modelo através da troca entre as imagens que pode ser controlada por ele.	Há interação no momento em que o participante percorre o modelo com o boneco em mãos.	Ajustes no mecanismo de troca entre ambientes.
ESCALA	Apresenta escala bem próxima a realidade, com algumas distorções em ambientes muito pequenos ou objetos muito próximos, dependendo do ângulo de visão.	Efeito miniatura, ou seja, o participante tem a sensação de manipular um brinquedo. A escala reduzida também pode alterar a compreensão de espaços muito pequenos.	Não há.

LIMITAÇÕES	A ferramenta utilizada limita a representação em 5 imagens por <i>tour</i> . Dificuldade de representação da escala correta em ambientes pequenos.	Visualização em poucos ângulos. Não simula o teto da habitação e dificulta a compreensão da altura correta.	Não há.
-------------------	--	---	---------

Fonte: Do autor

Através do estudo-piloto aplicado, percebeu-se a necessidade de transformar a maioria das questões em respostas objetivas, evitando questões abertas. Essas, por sua vez, podem gerar respostas muito distantes do esperado, desviando a foco do usuário de pontos mais relevantes e produzindo respostas irrelevantes para este estudo. Devido a este fato, algumas questões do roteiro de aplicação foram reformuladas ou retiradas, sendo que na maioria delas foi inserido uma forma de gradação para facilitar o análise posterior. A versão do roteiro de aplicação usada no estudo-piloto pode ser consultada no Apêndice C.

Para as etapas seguintes, buscou-se também explorar mais o método de percurso cognitivo nos dois modelos de simulação, por isso foram introduzidos a câmera para interação no MF e o quadro com a frase no MV, ambos com a finalidade de permitir maior interação com o usuário. Foi identificada também, no estudo-piloto, a necessidade de introduzir mecanismos mais eficazes para estimular o usuário a interagir com os modelos, sendo que a proposta inicial não conseguiu fazer o usuário explorar satisfatoriamente os modelos ao ponto de refletir sobre as decisões projetuais e propor melhorias.

A estrutura da dinâmica de simulação (leiaute da sala) permaneceu a mesma, mantendo a posição do usuário e do avaliador perante os modelos. No entanto, houve a necessidade de mais uma mesa de apoio para um *notebook* sendo que no MF o *notebook* tem a função de transmitir as imagens da câmera e no MV ele tem a função de espelhar a tela do *smartphone* de modo que o avaliador acompanhe o percurso do usuário no ambiente virtual.

Na etapa seguinte, o funcionamento dessa nova configuração do sistema foi testado, bem como a verificação do suporte necessário para seu funcionamento: mobilidade e alcance da câmera, funcionamento do aplicativo de espelhamento de tela e conectividade da rede *wi-fi* no ambiente onde a simulação ocorreu.

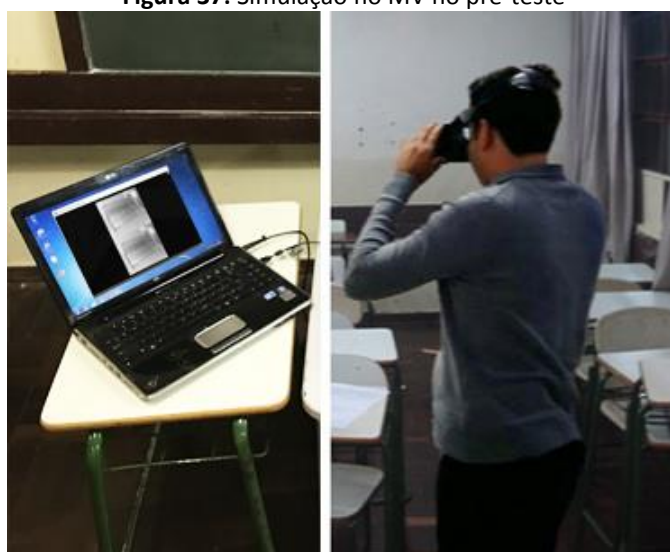
4.2. Pré-teste

Nesta pesquisa, os instrumentos pré-testados foram os modelos de simulação (MF e MV) e novamente roteiro de aplicação da pesquisa já com as alterações após a análise do estudo-piloto. O perfil dos participantes da etapa de pré-teste foi o mesmo da etapa final, no entanto, tais pessoas não participaram da etapa posterior de pesquisa, seus dados foram válidos apenas para etapa de pré-teste.

Esta etapa foi de fundamental importância na pesquisa para ajustar a dinâmica de simulação no leiaute da sala onde seria realizado o estudo exploratório final (ver item 3.4.1). Também objetivou testar os aprimoramentos realizados nos modelos de simulação após o estudo-piloto, e ainda, testar as mudanças realizadas no roteiro de aplicação, na ordem e tipo das questões formuladas no estudo-piloto.

O pré-teste foi realizado na sala prevista para a aplicação da pesquisa final, sendo que a amostra determinada para esta etapa foi de seis participantes, três do Grupo 1, com início no MF e três do Grupo 2, com início no MV. A Figura 37 ilustra a simulação ocorrendo no MV, onde a tela do *smartphone* é transmitida para a tela do *notebook* para que o pesquisador acompanhe o percurso cognitivo do usuário. É necessário que o *notebook* e o *smartphone* inserido nos óculos 3D estejam conectados na mesma rede *wi-fi* para que o programa transmita as imagens em tempo real na tela do *notebook*, sem a necessidade de fios que poderiam dificultar a mobilidade do participante durante a simulação.

Figura 37: Simulação no MV no pré-teste



Fonte: Do autor

Os resultados obtidos no pré-teste mostraram que a introdução do percurso cognitivo introduzido dessa maneira na dinâmica de simulação produziu uma interação maior do participante com os modelos, facilitando a coleta de dados. No MF, o percurso com a câmera funcionou corretamente, sendo que a distância entre a tela do *notebook* e o alcance máximo da câmera foi satisfatória. O modelo de câmera utilizado possui 1,2 metros de cabo, sendo suficiente para percorrer todos os pontos da maquete.

No MV foi importante verificar se a escala do texto que orienta o usuário a realizar o percurso cognitivo estava adequada. Todos os usuários testados conseguiram ler e realizar a tarefa corretamente. Foi possível ainda, verificar o funcionamento do programa que espelha a tela do *smartphone* no *notebook*, ambos os testes ocorreram de maneira satisfatória.

Com relação ao roteiro de aplicação, não foram encontradas dificuldades de interpretação pelos usuários do texto das questões, sendo assim, não houve a necessidade de alterações, todos os usuários compreenderam as perguntas e produziram respostas satisfatórias.

Além disso, o pré-teste possibilitou ao pesquisador verificar a infraestrutura da sala onde foi aplicado à dinâmica (iluminação, acesso à internet, mesas e cadeiras disponíveis), ajustar questões de posicionamento dos equipamentos e das pessoas. A iluminação da sala escolhida estava adequada, iluminando a maquete por cima, sendo que todas as simulações dessa etapa e da próxima aconteceram no período noturno.

O MV necessitou também de acesso à internet para conectar-se ao site que contém o *tour* virtual, e ainda, foi necessário acesso a rede *wi-fi* para fazer o espelhamento da tela do *smartphone* no *notebook*. A sala de aula escolhida permitiu essa conexão, sendo utilizada a infraestrutura da rede de estabelecimento de ensino onde foram aplicadas as simulações.

Por fim, foi necessária a utilização de alguns mobiliários que já estavam disponíveis na sala. Duas mesas, uma para o MF e uma para o *notebook*; além de uma cadeira, que poderia ser utilizada para a leitura e assinatura do termo de consentimento ou ainda, uma eventual necessidade de uso durante a simulação com os óculos 3D, caso algum participante tivesse dificuldade de realizar a simulação em pé.

4.3. Pesquisa Final

O estudo exploratório final, por se tratar de pesquisa com seres humanos, foi submetido à apreciação através da Plataforma Brasil¹³ e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número: 79595917.0.0000.5231 e parecer número: 2.452.366, podendo ser consultado no Apêndice B deste trabalho.

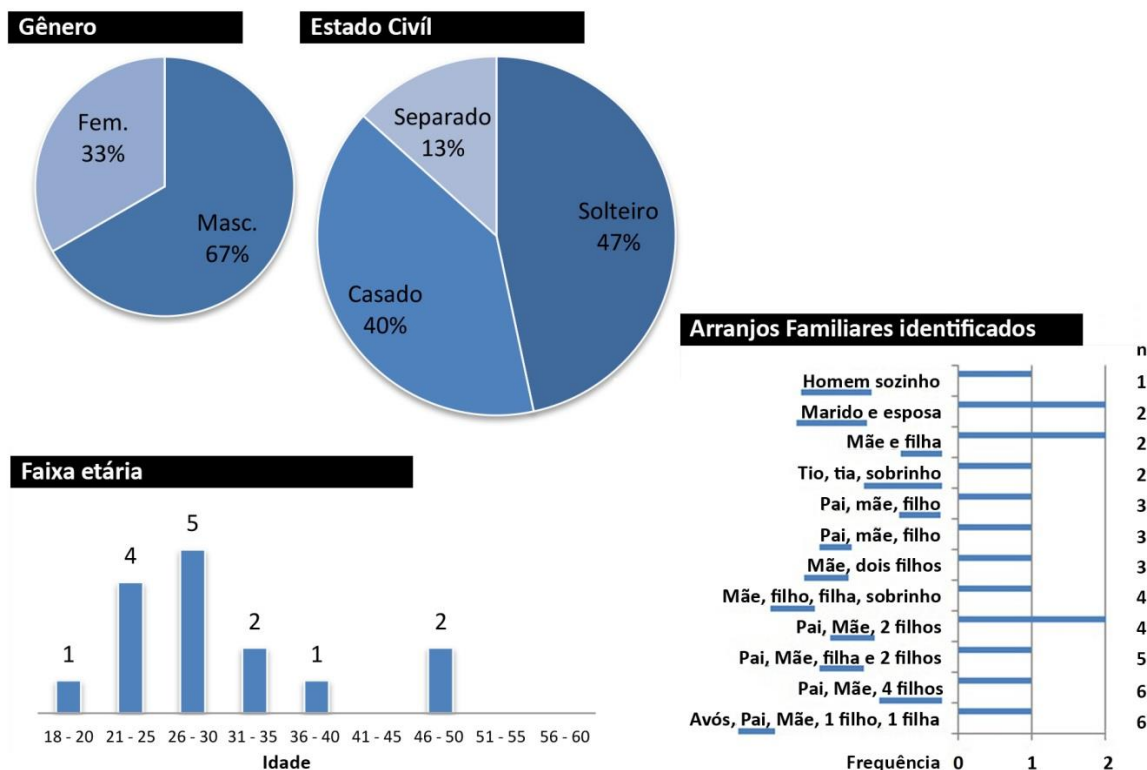
Para a pesquisa final, a amostra definida anteriormente foi de 30 pessoas, divididos em dois grupos, sendo que cada um iniciou a simulação em um modelo diferente: **GRUPO 1** – Início com **Modelo Físico** e **GRUPO 2** – Início com **Modelo Virtual**. Todos os participantes foram orientados sobre a origem e objetivos da pesquisa, sendo voluntários para participar mediante assinatura de um termo de consentimento (Apêndice A). Nenhum participante foi identificado, seus dados serão utilizados exclusivamente para o material desta pesquisa.

O perfil de usuário escolhido, potenciais usuários de HIS, foi definido dentre um grupo de estudantes do período noturno, maiores de 18 anos, de um colégio estadual da cidade de Apucarana – PR. Todos possuem o grau de instrução semelhante, com ensino fundamental completo, cursando o ensino médio por meio de turmas do curso supletivo. A faixa de renda dos participantes permite que se enquadrem no Programa Minha Casa Minha Vida, do Governo Federal, que estabelece renda familiar de até R\$ 1.800,00 reais, para que recebam subsídios maiores para financiamento de imóveis de interesse social. Alguns participantes de ambos os grupos já residem em conjuntos habitacionais de interesse social da cidade de Apucarana, fato que também os enquadram no perfil desejado. Os participantes foram selecionados através de uma entrevista prévia que identificou a faixa de renda desejada bem como o local e características (própria ou alugada) da atual moradia.

O Grupo 1 de usuários, em sua maioria, são do gênero masculino, solteiros, entre 20 e 30 anos, pertencentes a diversos arranjos familiares. O perfil geral do primeiro grupo está resumido a seguir, e na lista de arranjos familiares, o usuário em destaque (sublinhado) foi o participante da simulação (Figura 38).

¹³ <http://plataformabrasil.saude.gov.br>

Figura 38: Perfil de usuários Grupo 1 – (n=15)



Fonte: Do autor

Primeiro os usuários assinaram o termo de consentimento, responderam a uma pequena entrevista para identificação do perfil (itens 1 a 4 do roteiro) e logo após, tem início a dinâmica de simulação no Modelo Físico partindo do percurso cognitivo. Ao final da questão 11, o usuário é apresentado ao Modelo Virtual, iniciando novamente no percurso cognitivo, completando a simulação até a questão 23 do roteiro.

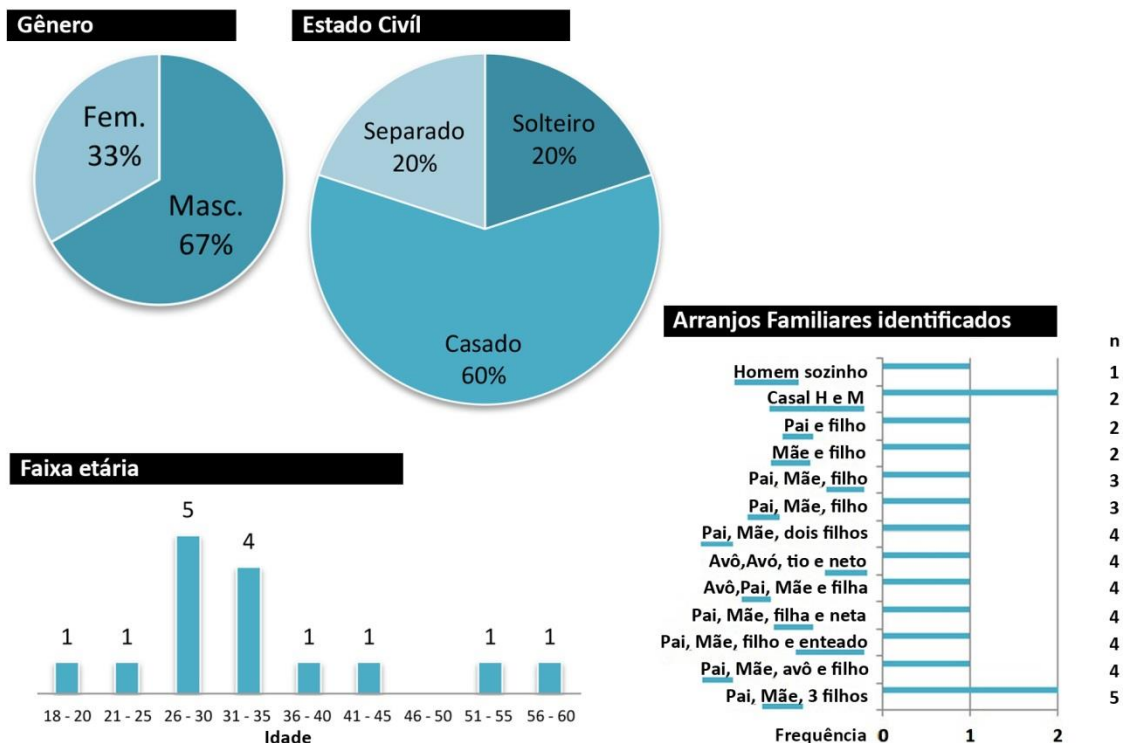
Figura 39: Usuário do Grupo 1 na simulação com os dois modelos



Fonte: Do autor

O Grupo 2 de usuários também foi composto, em sua maioria, pelo gênero masculino, casados, com variações maiores de idade do que o grupo anterior (Figura 40).

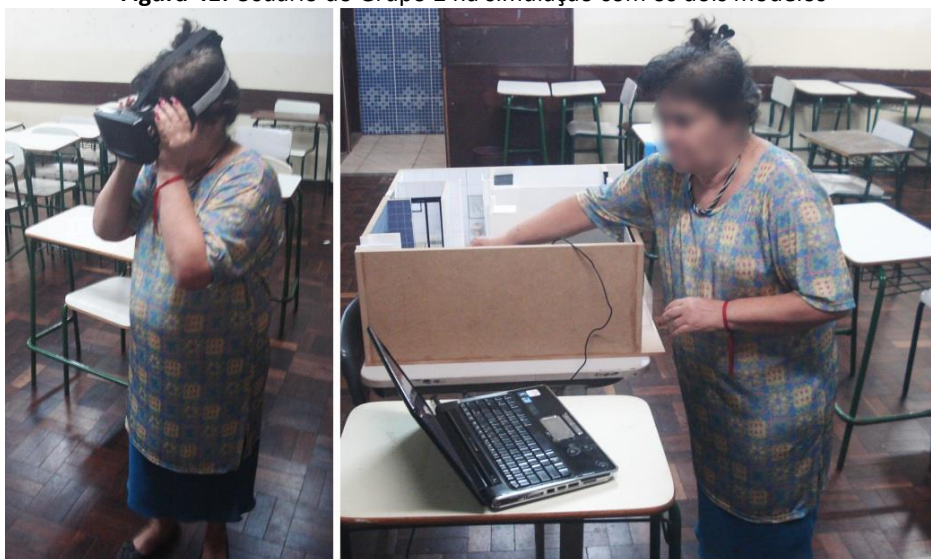
Figura 40: Perfil de usuários Grupo 2 – (n=15)



Fonte: Do autor

No Grupo 2, os participantes seguiram o mesmo procedimento, entretanto, a simulação tem início no Modelo Virtual e depois seguiu para o Modelo Físico.

Figura 41: Usuário do Grupo 2 na simulação com os dois modelos



Fonte: Do autor

A ordem de participação dos usuários de cada grupo foi definida aleatoriamente, sendo que todos que estavam disponíveis no dia de aplicação da simulação e enquadrados no perfil esperado foram convidados para participar.

Foram necessários três dias para a conclusão da aplicação com 30 pessoas, realizados somente no período noturno, durante as aulas da turma de supletivo, com autorização do estabelecimento de ensino. A média de duração de cada simulação foi de 20 minutos, com um tempo maior gasto no primeiro modelo simulado pelo grupo, sendo que no segundo modelo de simulação o tempo de uso foi menor.

A Figura 42 contém todos os usuários do Grupo 1 utilizando o Modelo Físico na simulação.

Figura 42: Quinze participantes do primeiro grupo

Fonte: Do autor

A Figura 43 mostra todos os usuários do Grupo 2 utilizando o Modelo Virtual na simulação.

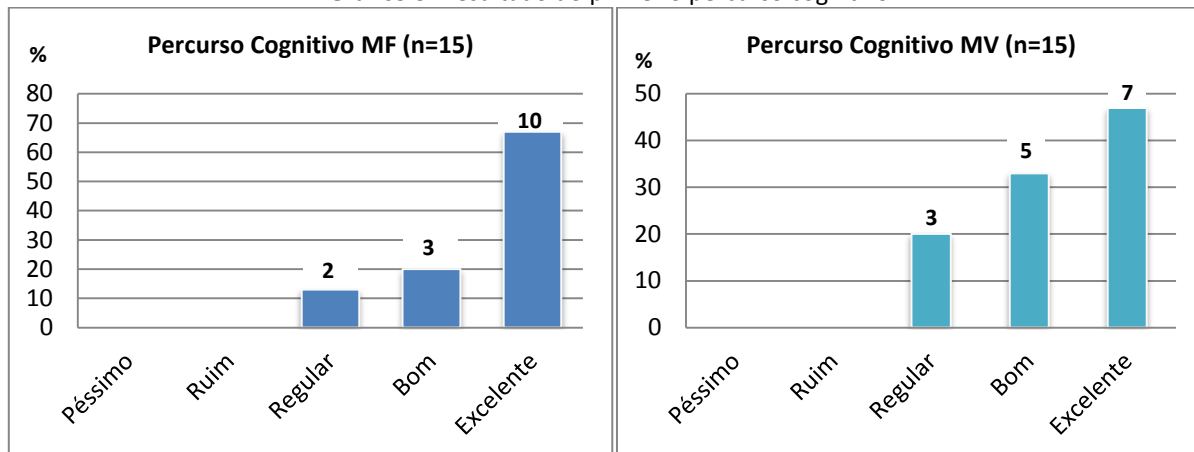
Figura 43: Quinze participantes do segundo grupo

Fonte: Do autor

Para o processamento dos resultados, os dados gerados pelos dois grupos serão analisados em conjunto para efeito de comparação do padrão de respostas.

Após as primeiras questões do roteiro, sobre o perfil dos usuários, iniciou-se o percurso cognitivo nos dois grupos, o primeiro começou pelo MF e o segundo começou a dinâmica pelo MV, o desempenho dos participantes de cada grupo é descrito abaixo:

Gráfico 3: Resultado do primeiro percurso cognitivo



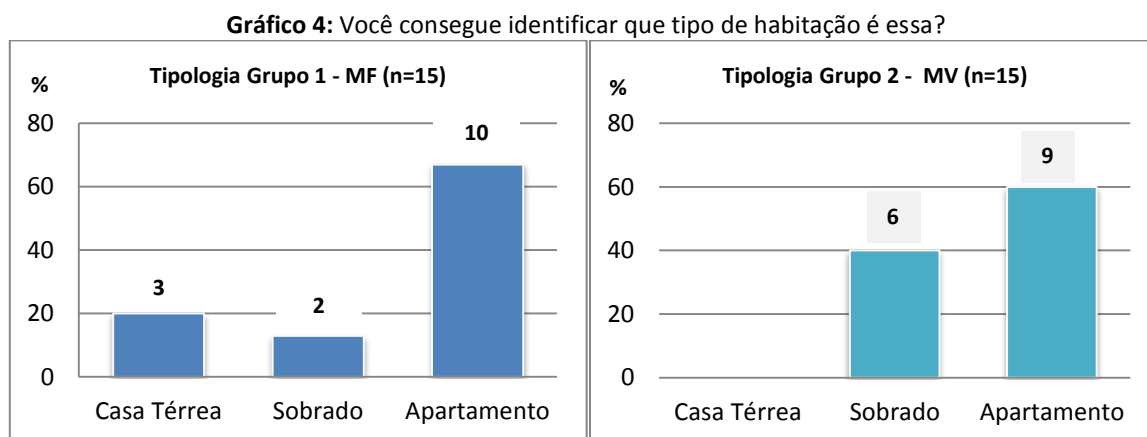
Fonte: Do autor

O método para avaliar o percurso foi por meio da técnica de protocolo verbal, onde o usuário descreve suas ações, identifica o que vê e expressa suas dificuldades. O critério utilizado para classificar o desempenho do usuário no percurso foi através da identificação correta dos ambientes principais da habitação, dos espaços secundários (hall, escritório, varanda, corredor) ou ainda, detalhes específicos como a janela do banheiro dentro da lavanderia. Quanto maior o número de aspectos identificados, melhor o desempenho do participante.

No Grupo 01 (MF), a maioria dos usuários descreveu bem os ambientes, identificando escritório, hall, corredor, cozinha integrada, objetos e revestimentos. Por esse motivo, a maioria teve desempenho excelente (67%), sendo que não houve desempenho ruim. No entanto, notou-se que alguns usuários identificaram mais os aspectos olhando por cima do MF e não necessariamente através da câmera de vídeo.

Já no Grupo 02 (MV), o desempenho foi um pouco inferior (47% excelente), no entanto as descrições dos ambientes foram semelhantes ao primeiro grupo. Os usuários com desempenho Bom (33%) e Regular (20%) apresentaram certa dificuldade na utilização do modelo, principalmente em encontrar o alvo para fazer a troca de imagens, em sua maioria, os usuários de maior faixa etária. No entanto, todos conseguiram ler a tarefa no ambiente virtual e realizar o percurso.

A questão seguinte do roteiro objetivou verificar se o usuário era capaz de identificar a tipologia correta da habitação por meio dos modelos de simulação. Os resultados do Grupo 1 mostraram que a maioria identificou corretamente (67%) por se tratar de apartamento, no entanto houve uma variação maior de opiniões se comparado ao Grupo 2. No MV a maioria também identificou corretamente (60%), sendo que as respostas se concentraram na tipologia de apartamento e sobrado apenas.



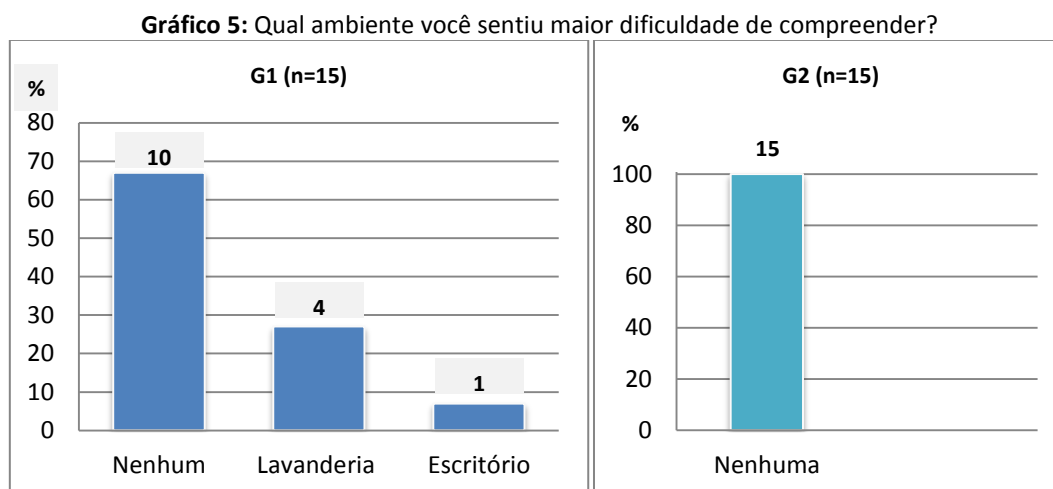
Fonte: Do autor

No MF os elementos descritos pelos usuários para classificar o modelo na tipologia “casa térrea” foram: cômodos apertados, janela grande, divisão dos ambientes. Já os que responderam apartamento e sobrado, justificaram através da identificação de elementos como varanda, sacada, tamanho da lavanderia, cozinha sem divisória e falta de garagem.

Já no MV os elementos que fizeram os usuários classificarem a habitação como sobrado foram: copa da árvore na sacada, grades na varanda, vistas mais altas das janelas. Enquanto que os que classificaram como “apartamento” justificaram pelo espaço mais compacto da sala e cozinha, tamanho reduzido dos quartos e lavanderia no meio dos ambientes.

A questão sete de ambos os roteiros buscou entender se o usuário tinha alguma dificuldade de compreender algum dos ambientes representados nos modelos. Em ambos os grupos, a maioria respondeu que não sentiu dificuldade de compreender nenhum ambiente (67% no MF e 100% no MV). No MF apareceram respostas como “sou dona de casa, conheço bem isso tudo”, e no MV respostas como “entendi tudo, parece que estou lá dentro”. No entanto, nota-se que no MF alguns participantes apontaram a lavanderia como espaço de

difícil compreensão, e um deles apontou o escritório. As justificativas foram que falta espaço, ou o ambiente é muito fechado.



Fonte: Do autor

Percebeu-se que alguns participantes levaram mais tempo para entender o espaço da lavanderia no MF, seu tamanho reduzido tinha um ângulo de visão limitado (Figura 44), o que favoreceu esse resultado. Já no MV, apesar do tamanho reduzido, a forma de representação facilitou a identificação dos elementos do projeto.

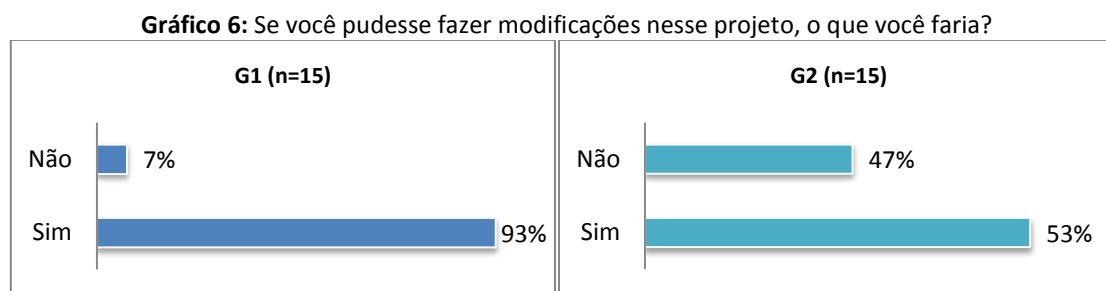
Figura 44: Imagens da lavanderia vista pela câmera no MF



Fonte: Do autor

Depois, os participantes foram incentivados a propor modificações na habitação simulada conforme suas necessidades e desejos. No Grupo 1, o MF estimulou mais os

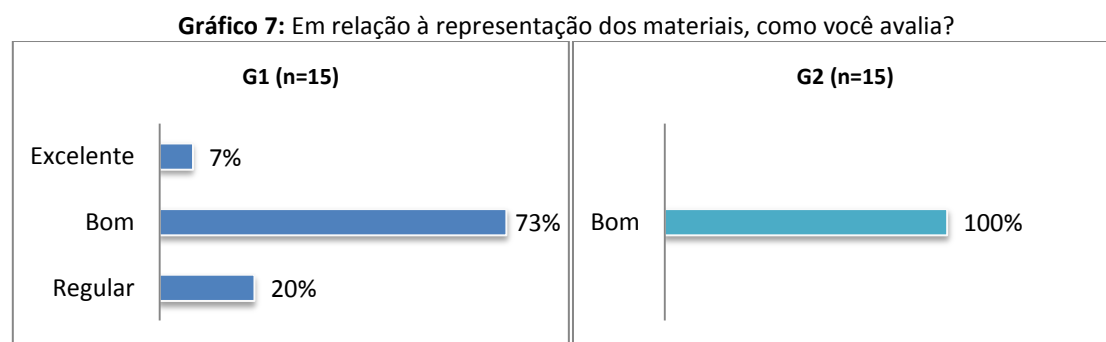
usuários a propor modificações no projeto (14 pessoas), já no Grupo 2, o MV estimulou pouco mais da metade dos participantes a propor mudanças no projeto (8 pessoas).



Fonte: Do autor

Dentre as mudanças mais requisitadas do Grupo 1 estão: aumentar os espaços da cozinha e sala; separar a cozinha; mais armários na cozinha; aumentar e abrir a lavanderia; retirar escritório e pôr no quarto; churrasqueira na sacada. No Grupo 2 se repetiu o mesmo padrão de respostas, com mudanças no leiaute da cozinha e separação da sala, no entanto aparecem mais propostas de troca de revestimentos, móveis e cores dos ambientes.

A questão nove dos roteiros permitiu ao usuário avaliar a qualidade de representação dos materiais utilizados nos modelos, sejam eles nas paredes, móveis, pisos, teto, entre outros aspectos. De maneira geral, os participantes avaliaram bem a representação em ambos os modelos, com destaque para o MV, que foi melhor avaliado.



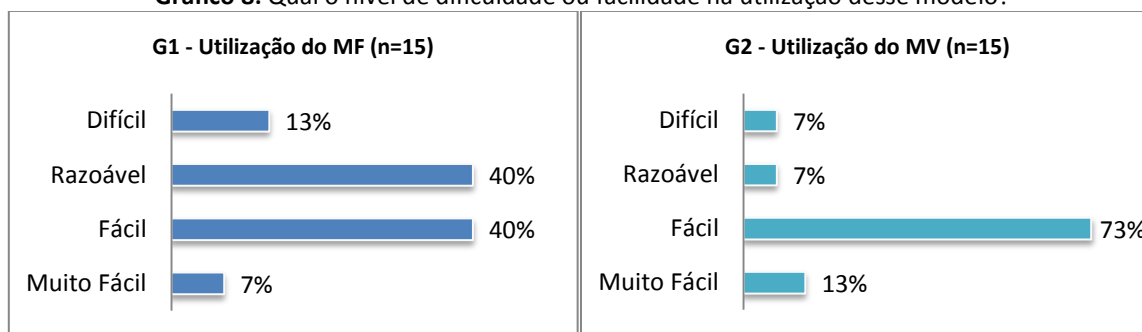
Fonte: Do autor

No entanto, muitos usuários levaram em consideração o gosto pessoal para responder a questão, sem focar necessariamente na qualidade de representação dos modelos em si. Isso fez aparecer respostas como: “queria mais cores na sala; não gostei do concreto; trocaria o azulejo da cozinha por um branco; queria mais armários”.

Ao final dessa primeira parte do roteiro de simulação foram coletados dados relacionados ao nível de facilidade ou dificuldade na utilização dos modelos pelo usuário. No

Grupo 1 (MF), os índices predominaram entre razoável e fácil, enquanto que no Grupo 2 (MV), a maioria classificou como de fácil utilização.

Gráfico 8: Qual o nível de dificuldade ou facilidade na utilização desse modelo?



Fonte: Do autor

Os usuários do Grupo 1 que classificaram o MF como difícil ou razoável justificaram a escolha descrevendo que em alguns espaços há certa dificuldade para transitar com a câmera, e também, que o zoom é muito grande em alguns ambientes, dificultando sua visão do espaço, mostrando os objetos muito próximos (Figura 45).

Figura 45: Vistas internas da maquete através da câmera



Fonte: Do autor

Já os usuários do Grupo 2 avaliaram em sua maioria como fácil, por terem conseguido trocar as imagens e realizar a tarefa sem grandes problemas. Enquanto que os que avaliaram como difícil ou razoável tiveram problemas para manusear o sistema de troca de imagens. Esses usuários possuíam características específicas como faixa etária de 50 – 60 anos de idade, e certa dificuldade visual, não podendo usar seus óculos de grau no MV.

Logo após, cada usuário classificou através de uma nota, a representação da habitação nos modelos. No Grupo 1, a média aritmética do MF foi de 8,8 e no Grupo 2, a média aritmética atribuída ao MV foi de 9,2.

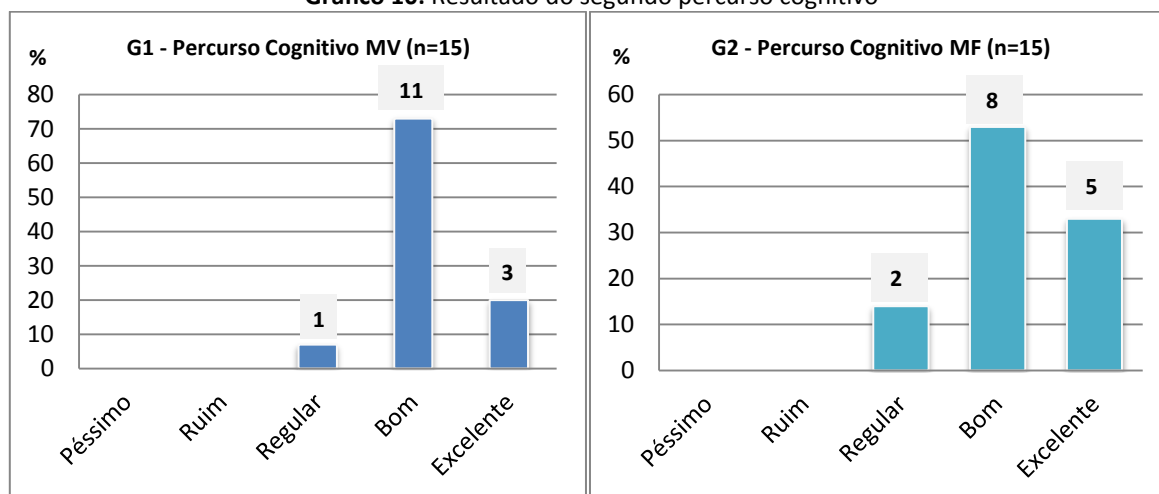
Gráfico 9: Como você avalia a representação dessa habitação?



Fonte: Do autor

A partir desse ponto da dinâmica, ocorreu a troca de modelos de simulação entre os grupos analisados, sendo que o Grupo 1 passou a utilizar o MV e o Grupo 2 o MF. A primeira tarefa do participante foi realizar novamente o percurso cognitivo. Atenta-se para a reação do usuário nesse contato inicial com o modelo, para efeito de comparação, e se o mesmo percebe que se trata da mesma habitação representada de maneira diferente. O Gráfico 10 apresenta o resultado do percurso cognitivo nos dois grupos.

Gráfico 10: Resultado do segundo percurso cognitivo

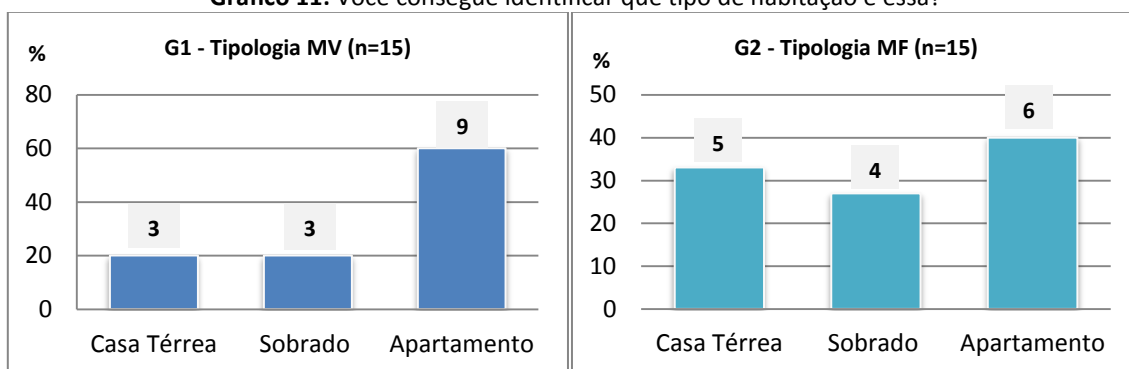


Fonte: Do autor

Em ambos os grupos, houve um desempenho considerado “bom” da maioria dos usuários, contudo, se comparado ao primeiro percurso cognitivo realizado pelos mesmos usuários, seu desempenho foi mais baixo. No entanto, a maioria dos participantes identificou que se tratava do mesmo projeto, e por isso, não descreveram com tantos detalhes cada ambiente, por já terem feito isso no modelo anterior.

Na questão seguinte, sobre a tipologia da habitação representada, o uso dos dois modelos pelo usuário fez com que alguns deles confundissem aspectos vistos no modelo anterior, produzindo uma maior dispersão das respostas. No entanto, ainda assim, a maioria dos participantes de ambos os grupos identificaram corretamente a tipologia nos dois modelos.

Gráfico 11: Você consegue identificar que tipo de habitação é essa?

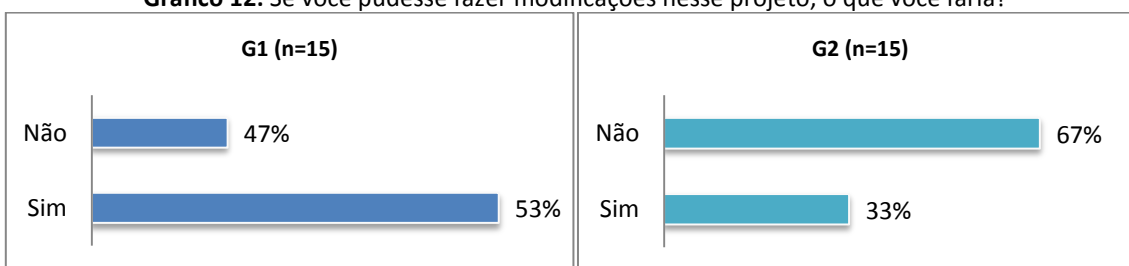


Fonte: Do autor

Na questão 14, o usuário estava livre para identificar algum ponto que ele não compreendeu corretamente nesse segundo modelo de representação. O Grupo 1, agora MV, relatou: quartos estão muito perto; cômodos parecem maiores; banheiro e cozinha muito pequenos. Já o Grupo 2, agora no MF, relatou o mesmo padrão de respostas: cozinha muito pequena e apertada; lavanderia muito estreita.

Sobre o desejo do usuário de fazer modificações no projeto, os resultados foram os seguintes, agora nos modelos invertidos:

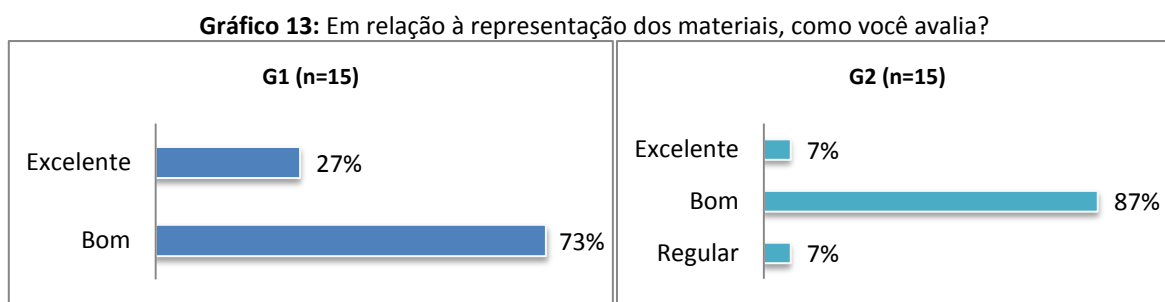
Gráfico 12: Se você pudesse fazer modificações nesse projeto, o que você faria?



Fonte: Do autor

Ambos os grupos foram menos propícios a modificações no projeto nesse ponto da simulação, se comparado ao resultado dessa questão anterior (questão 8) com o primeiro modelo. O padrão de respostas se repetiu, no G1 MV, tendendo a modificações mais restritas ao ambiente como cores, móveis e leiaute, enquanto que no G2 MF, as respostas predominantes foram modificações de tamanho dos espaços e inversão de ambientes.

Em relação à representação dos materiais nos modelos de representação, os resultados obtidos foram o seguinte:



Fonte: Do autor

Agora o padrão de respostas foi invertido, semelhante ao padrão encontrado na questão 9 do roteiro. O MF teve maior variação da avaliação dos materiais por parte dos usuários do G2 do que o MV, que foi melhor avaliado pelo G1. Esse resultado confirma que as características de representação no MV foram melhor avaliadas pelos usuários consultados.

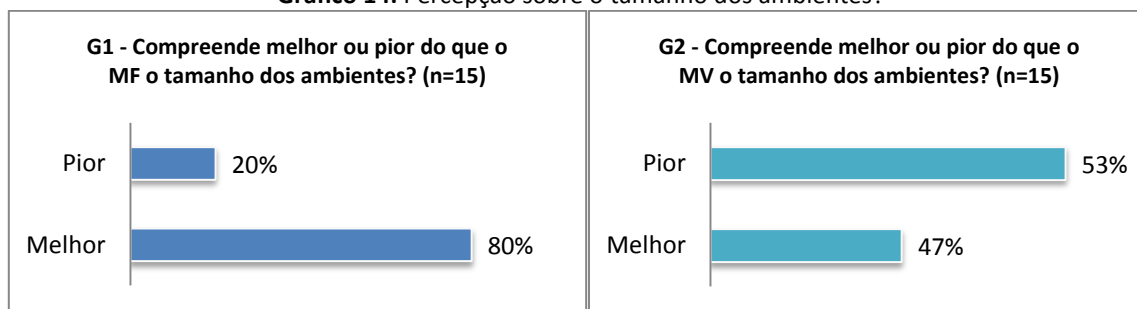
A partir desse ponto do roteiro, os usuários foram incentivados a refletir e comparar os modelos antes de responder as questões seguintes. Na questão 17, o objetivo era que o usuário identificasse no modelo atual sendo simulado, algum aspecto da habitação, seja bom ou ruim, que não tinha notado no primeiro modelo no qual ele teve contato. Essa questão produziu respostas bem diversificadas.

No G1, agora no MV, alguns participantes identificaram móveis diferentes; alguns objetos de decoração a mais; a presença do teto e da iluminação da habitação; cores mais vivas; árvores na paisagem; além da sensação de estar dentro do ambiente. Enquanto que no G2, agora no MF, as respostas foram: “entendi melhor a posição dos ambientes; percebi agora que a lavanderia está ao lado da cozinha; vi só agora que a janela do banheiro sai na cozinha”.

Percebeu-se que o MV estimulou o usuário a identificar detalhes de um ambiente específico, como leiaute e revestimentos, enquanto que o MF o fez refletir melhor sobre a posição dos ambientes na planta da habitação e suas relações com os demais espaços.

Essa reflexão estimulou também o usuário a pensar sobre a percepção espacial em ambos os modelos, na questão 18.

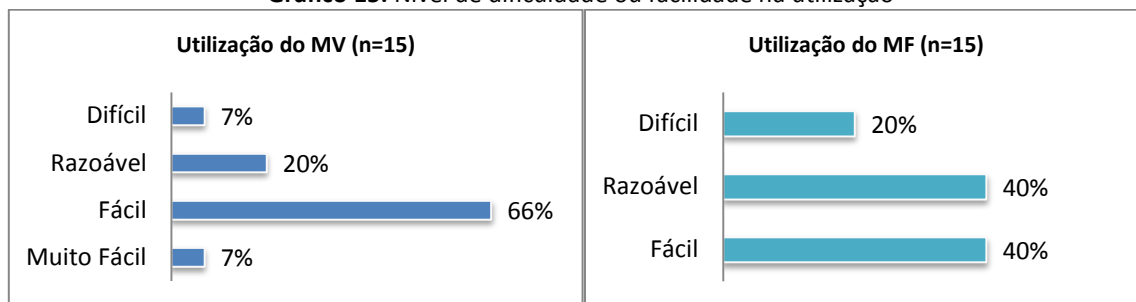
Gráfico 14: Percepção sobre o tamanho dos ambientes?



Fonte: Do autor

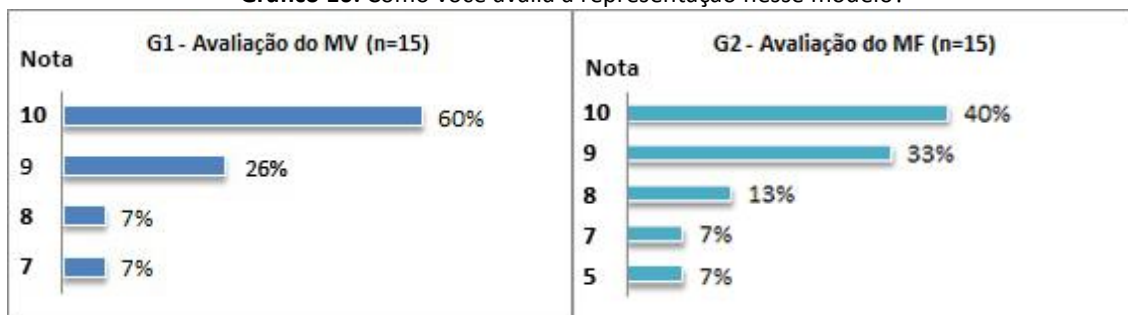
Em ambos os grupos, a maioria dos usuários responderam que compreendem melhor o tamanho dos ambientes no MV. Sendo que no G1, quando o MV é apresentado na sequência do MF, essa discrepância entre as respostas é maior. Contudo, nota-se que a percepção de espaço em ambos os modelos de simulação é um aspecto de difícil compreensão quando não existe o edifício real construído para comparação.

Quanto à utilização do modelo de simulação pelos grupos, os resultados foram semelhantes ao padrão encontrado anteriormente. No G1 MV, houve grande diversidade de respostas, variando desde difícil até muito fácil, e o mesmo ocorreu no G2 MF, variando de difícil à fácil. As justificativas seguiram as respostas encontradas anteriormente na questão 10. No MF usuários encontraram dificuldades de ângulo de visão com a câmera, falta de espaço pra circular em certos pontos da maquete com a câmera; perda de foco da imagem da câmera e zoom muito grande. E no MV, a maioria relatou que não é difícil utilizar o sistema de troca de imagens, que é intuitivo e de fácil aprendizado.

Gráfico 15: Nível de dificuldade ou facilidade na utilização

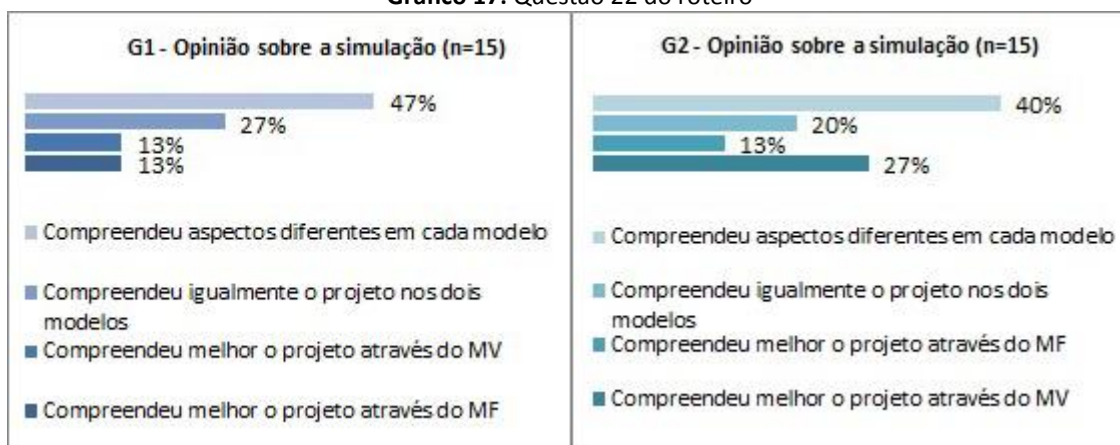
Fonte: Do autor

E na questão seguinte, cada usuário definiu uma nota para os modelos de simulação. No G1 MV, a média de nota foi de 9.4, e no G2 MF a média aritmética foi de 8.3. Observou-se uma média de notas superior a primeira avaliação dos modelos: MV de 9.2 para 9.4 e MF de 8.3 para 8.8.

Gráfico 16: Como você avalia a representação nesse modelo?

Fonte: Do autor

A parte final do roteiro indaga o usuário sobre a experiência de simulação com os dois modelos. Os resultados nos dois grupos foram os seguintes:

Gráfico 17: Questão 22 do roteiro

Fonte: Do autor

Diante dos dados, nota-se que no G1 a maioria das pessoas relatou compreender aspectos diferentes do projeto em cada modelo, fato esse que ocorreu com a maioria das

pessoas do G2 também. No entanto, no G2 um maior número de pessoas (27%) acredita que compreendeu melhor o projeto pelo MV, que foi o primeiro no qual esse grupo teve contato.

A origem desse resultado mais discrepante no G2 se deve ao fato de que o MV quando apresentado primeiro, causa maior deslumbramento com a tecnologia, do que o inverso, constatado através do comportamento dos usuários. Esse efeito foi mais perceptível na questão 21 do roteiro, sendo que boa parte do G2, que teve contato primeiro com o MV, relataram compreender melhor o projeto por meio da RV. Contudo, é importante desenvolver táticas para minimizar esse efeito de encantamento do usuário com o equipamento, uma vez que foi notado que a resposta do participante, pode não necessariamente condizer com o que foi questionado.

As justificativas para essa avaliação dos modelos pelos usuários, de maneira geral, tendem a afirmar que o MV proporciona maiores detalhes dos espaços associado à sensação de estar dentro do ambiente, enquanto que o MF proporciona uma visão mais ampla do projeto, da disposição dos cômodos e as relações entre eles.

Na questão seguinte, o usuário teve a opção de rever as avaliações de ambos os modelos. No G1, nenhum usuário quis alterar as notas dadas, e no G2, apenas um usuário revisou as notas, reduzindo a nota do MF de 8 para 7 e aumentando a do MV de 7 para 9.

Por fim, a última questão do roteiro deixou em aberto para o usuário fazer críticas, sugestões e expor como foi sua experiência de simulação nos modelos. A maioria dos usuários nunca haviam tido contato com ambos os modelos. Quatro pessoas já haviam utilizado os óculos de realidade virtual com jogos e filmes em 3D pelo menos uma vez, sendo que o desempenho destes foi bem melhor que o dos demais no percurso cognitivo. No MF, muitas pessoas associaram a maquete à sua própria habitação para desenvolver o pensamento, e em muitos casos, também a associaram a um brinquedo com frases como “que bonitinho essa mesinha” ou ainda, “minha filha iria adorar mexer nisso”.

No geral, todos os participantes desenvolveram bem a dinâmica de simulação, relataram que gostaram muito da experiência de ver uma habitação através de outras formas de representação, e afirmaram que esse modo é um jeito mais fácil de entender os projetos arquitetônicos.

5. AVALIAÇÃO DOS MODELOS DE SIMULAÇÃO

5.1. Discussão dos Resultados

Os resultados das etapas de avaliação dos modelos de simulação mostraram que esses instrumentos têm grande potencial para facilitar a comunicação de ideias durante as etapas iniciais do processo de projeto. Ambos os modelos tiveram boa aceitação pelos usuários em todas as dinâmicas (estudo-piloto, pré-teste e pesquisa final) e uma avaliação final positiva.

O modo como ocorreu a dinâmica de simulação correspondeu aos objetivos iniciais da pesquisa, levando em média, 20 minutos para os usuários utilizarem os dois modelos. Percebeu-se que cada instrumento apresentou ganhos de comunicação de ideias de acordo com cada perfil de usuário, fazendo com que eles descobrissem detalhes do projeto que poderiam passar despercebidos. Aspectos relacionados a iluminação por exemplo, no MV eles foram capazes de refletir se as aberturas atendem ou não suas necessidades. Ou ainda, perceber, através do MF, que a simples retirada da porta da lavanderia poderia integrar o espaço da cozinha e atender melhor as suas preferências de uso.

Quando se relacionam os perfis de usuário, conclui-se que usuários com faixa etária maior apresentaram mais dificuldade na utilização do MV, pelo fato de não estarem tão habituados com esse tipo de tecnologia. Soma-se a isso, a dificuldade visual de algumas pessoas, que prejudica a visualização de imagens nítidas produzidas através do MV. No entanto, esse fato não ocorreu no MF, que se mostrou mais eficiente para este perfil.

A identificação das tipologias habitacionais nos instrumentos revelou que o MF pode confundir mais o usuário nesse aspecto, por apresentar menos detalhes de representação que caracterizem facilmente as tipologias, como a visão do entorno. Já o MV, apresentou potencial maior de representação desses detalhes que caracterizam tipologias específicas. No entanto, a comparação deste aspecto específico entre os instrumentos não é a ideal, uma vez que um deles apresenta mais características de representação que caracterizam a parte externa da edificação projetada do que o outro.

Com relação a mudanças no projeto, o MF estimulou mais os participantes a refletirem sobre suas necessidades e anseios. No geral, os usuários pensaram mais na totalidade do projeto e propuseram relocar espaços, integrar, separar ou abrir ambientes. A maioria deles foram capazes de refletir sobre soluções para aumentar o espaço da cozinha, por exemplo, integrando com a lavanderia ou mudando a posição da porta de entrada para ganhar algum espaço a mais no ambiente.

Já o MV, devido as suas características de representação de cada imagem separada dos ambientes, estimulou mudanças menores no projeto, referentes ao ambiente único. Por exemplo, substituição de móveis, revestimentos e cores ou ainda, análise das dimensões de circulações do ambiente, leiaute e preferências espaciais. O usuário tende a limitar-se as mudanças naquele ambiente específico, tendo dificuldades de refletir sobre integração/separação de espaços, por exemplo.

Nota-se, que a forma de apresentação dos modelos auxilia o usuário a aceitar melhor as propostas de projeto. Esse efeito foi percebido na questão 9 do roteiro de aplicação que o indagava a avaliar os materiais representados. No MF eles não avaliaram tão bem os materiais utilizados na habitação como no MV, revelando que o MV representa melhor este aspecto específico do projeto.

Em relação à avaliação da utilização do MF pelos usuários, de maneira geral, foi bem recebido e avaliado. No entanto, a associação entre a maquete e a câmera dificultou alguns aspectos de representação da habitação. Ao mesmo tempo em que favoreceu o usuário a visualizar o ambiente na altura do observador por meio da imagem na tela do *notebook*, algumas imagens foram prejudicadas nos ambientes menores, cujo zoom da câmera não permitiu uma visualização satisfatória. Por vezes, o usuário acabou visualizando a maquete por cima, ao invés de olhar na tela que transmitia a imagem da câmera.

O objetivo do uso da câmera na maquete era de proporcionar uma visão mais próxima ao nível do observador, a exemplo do MV, e ainda, permitir maior interação. No entanto, o instrumento exige certo esforço para utilização, não sendo algo ergonomicamente ideal, por vezes, fadigando o usuário caso seja necessário seu uso para tarefas mais longas (Figura 46). Para facilitar essa visão indireta dos ambientes no MF, um televisor posicionado na parede poderia ajudar o usuário a ficar numa posição mais confortável tanto para manipular a câmera quanto para visualizar as imagens geradas.

Figura 46: Participante visualizando imagens da maquete na tela do *notebook*



Fonte: Do autor

Soma-se a isso, o fato da câmera produzir imagens não tão nítidas do interior da maquete, e em ambientes estreitos, a proximidade das paredes comprometer a sensação de vista no nível do observador esperado inicialmente. Em espaços maiores, ocorre a sensação desejada de estar dentro do ambiente, no nível do olho humano, no entanto nos espaços menores, o usuário acaba entendendo melhor o espaço visualizando a maquete da maneira tradicional, vista de cima.

O uso de um instrumento mais adequado seria recomendado para superar essa deficiência de visualização do modelo proposto. A câmera poderia ter uma lente com ângulo de visão maior e possuir efeito macro para focar os objetos mais próximos, no entanto, precisaria continuar sendo muito compacta para percorrer todos os ambientes da maquete. Com o instrumento utilizado, são poucos os pontos da maquete em que a sensação de visão na altura do observador é realmente percebida.

Notou-se que a configuração de visualização final do MF: maquete + câmera + *notebook*, criou um ponto de vista totalmente diferente para o usuário, desvirtuando o uso convencional da maquete. A maquete associada à câmera perdeu um pouco da característica física do instrumento, tornando-se um híbrido, visto que passa a utilizar a tecnologia de realidade virtual não imersiva, através da representação dos ambientes na tela do *notebook*. Essa associação pode confundir o usuário no momento da utilização, visto que ele está diante de dois níveis de visualização muito discrepantes.

Já no MV, em geral, a avaliação por parte dos usuários foi classificada como fácil pela maioria deles, comprovando que o sistema pode mostrar importantes características de representação do projeto. No entanto, pessoas de faixa etária entre 50 e 60 anos de idade, com limitações visuais, apresentaram dificuldades de utilização do sistema. O fato deles não conseguirem utilizar os seus óculos de grau no MV prejudicou o desempenho na simulação, sendo interessante propor uma alternativa diferente de representação nesses casos.

Constatou-se no final, que o MV estimulou o usuário a compreender e focar toda sua atenção em um ambiente específico, percebendo mais os detalhes ali representados. Enquanto que o MF o fez refletir melhor sobre a posição desses ambientes na planta baixa da habitação e suas relações com os demais espaços.

Com relação a ordem de contato dos usuários com os modelos e a influência dessa ordem na avaliação, verificou-se que o MF foi melhor avaliado pelo G2 e o MV melhor avaliado pelo G1, questões 11 e 20 do roteiro. Ou seja, em ambos os casos, o segundo modelo a ser apresentado ao usuário foi melhor avaliado que o primeiro, revelando que o usuário tende a se familiarizar com o projeto no primeiro meio de representação, e ao passar para o segundo, recebe e compreende melhor as informações.

De modo geral, a pesquisa buscou mensurar a usabilidade dos modelos através da experiência do usuário no cumprimento de tarefas utilizando os modelos propostos. Por meio do roteiro foi possível avaliar essa experiência do usuário tanto no cumprimento das tarefas quanto na produção de respostas satisfatórias aos questionamentos, evidenciando que os instrumentos possuem os requisitos mínimos de usabilidade necessários para cumprir os objetivos para os quais foram projetados. Além disso, a maioria dos usuários cumpriu as tarefas no sistema em um bom tempo, em média 20 minutos, sendo suficiente para o levantamento dos dados. Esse tempo está adequado para a dinâmica proposta, visto que não fadiga o usuário durante o processo, fato que poderia prejudicar a qualidade da informação coletada.

Houve ainda, muitos comentários favoráveis e críticos em relação à experiência do usuário na utilização dos modelos. Por meio da observação dos participantes, foi possível identificar que muitos deles demonstraram entusiasmo e interesse em participar do processo de projeto configurado desse modo, demonstrando comprometimento para o cumprimento das tarefas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal da pesquisa foi alcançado, uma vez que foi determinado quais características de cada modelo contribuem para a comunicação entre projetista e usuário no processo projetual, assim como os objetivos específicos, definindo um roteiro de aplicação da dinâmica para cada modelo de simulação, analisando seu desenvolvimento e resultados obtidos.

O quadro seguinte revela as características de captura das informações de cada modelo, sua origem e relação com os aspectos do projeto representado:

Quadro 7: Síntese da contribuição de cada modelo

	MODELO VIRTUAL	MODELO FÍSICO
CAPTUROU MAIS INFORMAÇÕES	Preferências de uso dos espaços, alterações de leiaute e questões relacionadas ao mobiliário, revestimentos e iluminação.	Aspectos funcionais do projeto, posição dos ambientes na planta, circulações, conexões com os demais espaços e dimensionamentos gerais.
CAPTUROU MENOS INFORMAÇÕES	Sobre mudanças da posição dos ambientes na planta baixa. Também coletou menos informação sobre a dimensão dos espaços e circulações.	Sobre as preferências de revestimentos, mobiliário e aberturas e fechamentos.
NÃO CAPTUROU ADEQUADAMENTE AS INFORMAÇÕES	Sobre a posição dos ambientes projetados e sua relação com os demais espaços. Dificuldade de entender as circulações entre os ambientes, a origem e destino das aberturas e o conjunto do projeto.	Aspectos de iluminação, fechamentos e aberturas, compreensão do pé direito e do entorno da edificação.
O QUE MAIS CONTRIBUI NO PROCESSO?	Estimula o usuário a sentir-se dentro do espaço e identificar inconsistências na finalidade do ambiente projetado para seu uso, antevendo conflitos projetuais.	Compreensão da totalidade do projeto, noção do dimensionamento final da habitação e a circulação/conexão entre ambientes.
O QUE MENOS CONTRIBUI NO PROCESSO?	Percepção em relação ao tamanho dos ambientes e a totalidade do projeto. O usuário tem dificuldade de compreender a área total da sua futura moradia.	Com a sensação de presença e uso do espaço. O usuário precisa se esforçar mais para simular a sensação de vivenciar o espaço.
QUAL INFORMAÇÃO NÃO CONTRIBUI?	Aspectos funcionais que dependem da compreensão do conjunto do projeto não são captados por esse instrumento, como o funcionamento das circulações e relação com os demais ambientes.	Alguns aspectos ambientais não são captados pelo instrumento, como iluminação, localização no espaço e relações com o entorno.

Fonte: Do autor

Além destas características da informação coletada, verificou-se também as potencialidades dos modelos de simulação como sendo:

O MV transmite melhor a representação das características do ambiente no sentido de facilitar a compreensão do leiaute, cores, revestimentos e capturar desejos e preferências dos usuários sobre esses aspectos, através da sensação de presença. Esse instrumento tem essa capacidade principalmente pela característica de imersão e visão na altura do observador de um ambiente real. Soma-se a isso, o fato da imersão estimular o usuário a focar exclusivamente sua visão no ambiente virtual simulado, sem contato com estímulos externos que poderiam afetar sua percepção.

Conclui-se que no ambiente virtual, a sensação de imersão proporcionou uma experiência melhor do uso dos materiais no espaço projetado, levando a uma melhor aceitação das soluções projetuais por parte dos usuários. No entanto, para determinado perfil de usuário (faixa etária maior e pouco contato com a tecnologia), a falta de conexão com o ambiente real pode trazer uma sensação de insegurança que tende a limitar seus movimentos e a interação com o sistema. Nessa situação, houve a necessidade do usuário utilizar o MV sentado numa cadeira, fato que limita ou não permite que a representação de todos os aspectos do projeto seja clara.

O MF mostrou potencial maior para comunicar a ideia de conjunto do projeto, compreensão da relação entre os ambientes e estimular de maneira mais significativa, mudanças espaciais maiores no projeto. Isso se deve as características de visualização da maquete, que ainda que numa escala não convencional, permite que o indivíduo visualize todas as relações entre os ambientes e a área total do projeto.

No geral, o MF apresentou boas características de comunicação de ideias, no entanto, como todo objeto de estudo em desenvolvimento, precisa de aprimoramentos. No estudo-piloto, o usuário percorreu a maquete simulando com uma figura humana sua presença nos ambientes. Já na pesquisa final, o usuário simulou sua presença na maquete por meio de uma câmera que percorria os ambientes. Essa associação de câmera e maquete, criando um modelo híbrido (físico e virtual), não teve um desempenho muito melhor que a associação figura humana-maquete, como era esperado.

O último objetivo específico também foi alcançado, ao comparar os modelos de simulação foi possível identificar quais deles comunicam melhor cada aspecto específico do projeto e conclui-se que um modelo complementa pontos fracos do outro.

A proposta final do MF contribui para comunicar ideias projetuais aos usuários leigos, informações sobre preferências espaciais, relações de uso de um ambiente ou outro, identificando ainda, perfis de usuários diversificados. Sendo assim, transmite para o projetista, as necessidades e preferências dos usuários sobre a utilização futura do ambiente projetado, identificando durante esse processo, possíveis inconsistências do projeto. A aplicação desse modelo no início de um estudo preliminar de projeto seria o ideal, justamente pelas características das informações coletadas, que podem vir a gerar mudanças mais complexas nos projetos.

A proposta final do MV por outro lado, concentra informações subjetivas influenciadas por gostos pessoais, preferências por cores, aspectos de iluminação e leiaute dos ambientes. A imersão em ambiente virtual promove uma compreensão muito boa dos espaços próximos ao ponto de onde a imagem foi gerada, da visão do observador. Sendo que nos pontos mais distantes da imagem, podem ocorrer distorções de representação que dificultam a compreensão do tamanho dos espaços pelos usuários. A aplicação desse modelo no final de um estudo preliminar de projeto, por exemplo, seria o ideal para entender a aceitação das propostas de soluções projetuais junto aos usuários.

Além disso, quando se trata de aspectos ergonômicos, o MV apresenta potencial maior de representação do espaço projetado, visto que o usuário percebe os objetos ao seu lado, ou acima e abaixo de sua linha de visão. Esse efeito revela algumas preferências que podem não ser percebidas no MF, na visão superior apenas.

Na maquete representada fisicamente a dimensão dos espaços é percebida mais pela relação entre os objetos que a compõem e os espaços vazios gerados nessa composição. Uma vez que a representação da altura nesse instrumento é prejudicada pela ausência da parte superior do modelo (teto) e a limitação de visualização por cima ou pela câmera.

O MF coleta mais informações relevantes com pessoas de maior faixa etária, menor grau de instrução e pouca experiência com tecnologia. Além de explorar a visão do usuário, o MF está materializado na frente da pessoa, é tocável e manipulável, características que

trazem mais segurança e facilidade de utilização para esse perfil de usuário. Além disso, o fato de apresentar o projeto por completo, estimula mais o usuário a pensar no reordenamento de espaços.

O instrumento virtual, no entanto, é caracterizado mais como uma ferramenta de captura de preferências pessoais. Coleta uma quantidade maior de informações com usuários mais familiarizados com tecnologias da informação, apresentando alto grau de interação e comprometimento dos usuários no cumprimento de tarefas. Além disso, a característica imersiva em RV estimula a percepção dos usuários sobre muitos aspectos do ambiente simulado, dimensões, proporções, cores e iluminação são características que podem ser amplamente exploradas nesse tipo de simulação.

Ambos os modelos apresentaram limitações descritas no estudo-piloto e na aplicação final da pesquisa, contudo, a escala 1:10 do MF limita seu uso para pequenos projetos, sendo que seu tamanho e peso são fatores que dificultam o transporte e aplicação da simulação em alguns contextos de pesquisa. No MV, a limitação do software utilizado para o *tour* também dificulta a aplicação em determinados contextos, caso fosse necessário a inserção de uma representação da planta baixa do projeto no ambiente virtual, por exemplo, seria necessário o desenvolvimento de um software específico.

O roteiro de aplicação da simulação também contribuiu muito para a coleta de informações do usuário, traduzindo e ordenando as informações de maneira que possam ser utilizados para alimentar bancos de dados para projetos futuros. Principalmente a utilização da técnica de protocolo verbal associada ao percurso cognitivo, estimulou o usuário a relatar de modo mais livre os seus desejos e sua percepção do projeto. Os resultados dessa técnica produziram informações de diferentes origens, desde preferências de uso, dimensionamentos inadequados, aceitação ou repulsa por determinada solução projetual ou material utilizado. Além disso, o roteiro estrutura a dinâmica de aplicação de modo que ela ocorre no tempo esperado e produza resultados satisfatórios.

O uso desta técnica associada à simulação demonstrou que o usuário não sente a pressão de produzir uma resposta esperada pelo avaliador, de modo correto. O efeito foi justamente o oposto, as pessoas sentiram-se livres para expressar as mais variadas ideias que passavam por suas mentes, e quando isso acontece, os resultados da avaliação são imensamente relevantes.

Diante dos resultados obtidos, a recomendação de aplicação dos modelos na etapa inicial de projeto seria ideal da seguinte forma: durante um estudo preliminar, utiliza-se o MF para capturar preferências espaciais que resultariam em mudanças mais complexas no projeto, e em seguida, após uma revisão do projeto, aplica-se o MV com os usuários para mensurar o nível de aceitação das soluções projetuais adotadas pelo projetista. Desse modo, o projetista teria um *feedback* positivo do usuário ainda na etapa inicial de concepção do projeto, auxiliando as etapas seguintes.

6.1. Contribuições da Pesquisa

Este trabalho contribui como uma reflexão sobre métodos de aprimoramento da comunicação entre projetista e usuário nas etapas iniciais de projeto de arquitetura. Partindo dos modelos de simulação propostos, é possível compreender melhor a relação do usuário com o modo de representação do projeto arquitetônico, e quais aspectos influenciam diretamente sua percepção e cognição dos espaços projetados.

Além disso, os modelos apresentaram um papel importante na captura das necessidades, preferências e desejos das pessoas sobre os espaços projetados. A linguagem da simulação com esses instrumentos facilitou o entendimento do projeto por parte de um usuário leigo, despertando nele maior senso crítico sobre o espaço, estimulando possíveis propostas de intervenção.

Outro ponto importante da contribuição da pesquisa é a descoberta da capacidade dos modelos de simulação de antever conflitos projetuais. Através do seu uso no processo de projeto, o usuário é capaz de relatar ao avaliador como pretende utilizar determinado espaço projetado. Por vezes, o próprio indivíduo simula a utilização do espaço previamente dimensionado e é capaz de refletir se o mesmo atende as suas necessidades. Os dados revelaram que com as simulações nos modelos é possível identificar ambientes super ou subdimensionados, materiais e objetos com pouca aceitação, ou ainda, ambientes mal posicionados ou conflitantes com o uso no qual foi destinado.

Durante as simulações os usuários são capazes de se transportar para o ambiente simulado e processar as informações do projeto sempre relacionando os aspectos de uso ao

seu modo de vida. Essa propriedade dos instrumentos estudados valida a identificação, por parte do usuário, de ambientes mal posicionados, fluxos conflitantes, dimensionamentos equivocados, entre outros aspectos.

O quadro síntese a seguir relaciona os resultados obtidos com os modelos de simulação desenvolvidos e a recomendação de uso de cada um em cada contexto das etapas iniciais do processo de projeto.

Quadro 8: Síntese com recomendações de uso dos modelos

	MODELO VIRTUAL	MODELO FÍSICO
PERFIL DE USUÁRIOS	Recomendado para qualquer faixa etária de usuário e grau de instrução, no entanto, usuários mais familiarizados com tecnologias da informação podem apresentar resultados melhores. Não é recomendado para pessoas com dificuldades visuais, ou problemas com tontura, vertigem...	Recomendado para qualquer faixa etária de usuário e grau de instrução, no entanto, usuários de maior faixa etária possuem mais facilidade na utilização deste instrumento, produzindo resultados melhores.
REPRESENTAÇÃO DE IDEIAS	Representa melhor aspectos inerentes a um ambiente específico, tamanho, revestimentos, cores, móveis, objetos, iluminação, esquadrias, entre outros.	Representa melhor o conjunto dos ambientes que compõem o projeto. Apresenta melhor a ideia da habitação completa e sua relação com os demais ambientes.
FINALIDADE	Estimula o usuário a comunicar seus gostos pessoais sobre características mais específicas de cada ambiente, como leiaute, proporções, móveis e revestimentos. Capta com clareza a aceitação de ideias sobre o interior dos ambientes, decisões projetuais sobre leiaute, esquadrias, entre outros.	Estimula o usuário a propor modificações mais complexas no projeto, como troca de ambientes, aberturas e fechamentos de espaços e posição de portas e janelas. Capta melhor as necessidades espaciais básicas do usuário, como quantidade, dimensão e posição dos ambientes no projeto.
LIMITAÇÃO	A falta de conexão ou visualização entre o conjunto dos ambientes que compõem o projeto pode dificultar a comunicação de ideias como o usuário. Recomenda-se o uso dessa simulação para projetos com maiores dimensões ou ambientes que não sejam tão pequenos, para evitar que a distorção da perspectiva cause efeitos indesejáveis sobre a percepção dos usuários.	A visão de cima da maquete dificulta a compreensão de todos os elementos do projeto e alguns detalhes podem ser perdidos caso seja necessário captar as preferências específicas de um ambiente. A associação com uma câmera só é recomendada para maquetes em escalas maiores ou com espaços maiores, para que o ângulo de visão seja eficiente.
CARACTERÍSTICA MAIS RELEVANTE	A característica imersiva estimula a sensação de estar dentro do ambiente e vivenciar aquele espaço numa escala mais próxima da realidade.	Interação e manipulação tátil dos elementos que compõem o projeto, estimulando as pessoas a propor modificações mais adequadas as suas necessidades.

PESQUISAS FUTURAS	Os modelos são complementares, sendo assim, a exploração de multimétodos é um caminho mais adequado para diferentes contextos de pesquisa. Identificar mais maneiras de interação entre o usuário e o modelo também é um ponto importante, visto que a interação foi fundamental para inserir o usuário de maneira efetiva no processo de projeto.
------------------------------	--

Fonte: Do autor

Nota-se que com o uso de multimétodos é possível coletar uma quantidade maior de informação sobre o usuário e sua compreensão do projeto, e processá-los de maneira mais eficiente, ainda que esses dados apresentem características subjetivas. Cada método coleta dados de diferentes origens e a correlação entre eles, ajuda a interpretação pelo avaliador.

Na entrevista, o perfil do usuário é identificado e esse direcionamento inicial é fundamental para relacionar com dados produzidos na sequência. O percurso cognitivo estimula o usuário a cumprir uma tarefa, e esse ato, facilita que o indivíduo simule sua posição no espaço projetado, refletindo sobre as questões que o influenciam diretamente. Aliado a isso, o protocolo verbal transmite de maneira mais clara a informação para o avaliador, além de ajudar o usuário a refletir sobre suas ações, sendo que ao falar, o indivíduo compreende melhor o que está pensando e executando.

Diferentemente das avaliações técnicas e APOs, a inserção das simulações insere o usuário de um modo mais dinâmico no processo de avaliação do projeto, de maneira mais participativa. A estrutura do método desenvolvido neste estudo buscou estimular justamente essa participação mais ativa do usuário no processo. Sendo que, diferente do que ocorre com questionários/entrevistas convencionais, na dinâmica proposta o usuário precisa movimentar-se, interagir com as ferramentas e expressar, de modo mais crítico, sua opinião durante todo o processo, melhorando a qualidade da informação coletada.

A interação é um ponto fundamental para que a simulação produza resultados satisfatórios. Desenvolver maneiras de aumentar a interação do usuário com os modelos propostos seria um caminho interessante para pesquisas futuras. Os resultados das etapas do estudo exploratório revelaram que a troca do modo de interação, a adição de tarefas e de instrumentos complementares produziu informações mais precisas, com dados mais consistentes. A interação ativa a percepção e cognição dos usuários de modo mais fluido durante o processo, proporcionando maior liberdade para compreender o espaço projetado e expressar para o avaliador o seu ponto de vista.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANCHES, Mateus. **Tour virtual: passado, presente e futuro**, 2016. Disponível em <<http://www.nadar360.com.br/afinal-o-que-e-tour-virtual/>>. Acesso em 13 de ago. 2017.
- ALENCAR, Felipe. **O que é PPI: aprenda o que ele diz sobre as telas dos smartphones**, 2016. Disponível em <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2016/06/o-que-e-ppi-aprenda-o-que-ele-diz-sobre-telas-dos-smartphones.html>>. Acesso em 22 de ago. 2017.
- AZUMA, M. H. **Customização em massa de projeto de Habitação de Interesse Social por meio de modelos paramétricos**. 2016. 256f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo – DINTER USP/UEM/UEL, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.
- BALDAUF, J. P.; FORMOSO, C. T.; MIRON, L. I. G. Modelagem de Requisitos de Clientes de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social Com o Uso de BIM. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.13, n.3, p.177-195, jul./set. 2013.
- BECHTEL, R. B.; MARANS, R.; MICHELSON, W. **Methods in environmental and behavior research**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1987.
- BESTETTI, M. L. T. Ambiência: espaço físico e comportamento. **Revista Brasileira Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v.17(3), p.601-610, 2014.
- BOWMAN, D. A.; KRUIJFF, E.; LAVIOLA Jr., J. J.; POUPYREV, I. **3D User Interfaces: Theory and Practice**, Addison-Wesley, 2004.
- BRANDÃO, D. Q. Disposições técnicas e diretrizes para projeto de habitações sociais evolutivas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.11, n.2, p.73-96, abr./jun. 2011.
- CARDOSO, A. L.; ARAGÃO, T.A. Do fim do BNH ao programa minha casa minha vida. In: Série: **Habitação e Cidade. O Programa Minha Casa Minha Vida e seus efeitos territoriais**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013.
- CELANI, M. G. C.; PUPO, R.; PICCOLI, V.; CLAUDINO, A. E. S.; CARVALHO, J.; BOTTESINI, E. O processo de produção de uma maquete com técnicas de prototipagem digital. In: XIX Simpósio Nacional da Geometria Descritiva e Desenho Técnico - Graphica, 2009. **Anais...** Bauru: UNESP, 2009.
- CHAN, Chiu-Shui. 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.
- CHEN, S. E. Quicktime VR: an image-based approach to virtual environment navigation. In: SIGGRAPH '95: Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, **Proceedings...** 6-11 august, Los Angeles, 1995.
- CONCEIÇÃO, P. A. **Método para classificação de famílias visando à adoção da customização em massa por segmentos na habitação de interesse social**. 2015. 166f. Dissertação (Mestrado) – Programa Associado de Pós Graduação em Metodologia de Projeto em Arquitetura e Urbanismo– UEM/UEL. Londrina, 2015.
- COOPER, Steve. **What is a Light Field Volume?** [on-line] 2015; Disponível em: <<http://blog.lytro.com/what-is-a-light-field-volume/>>. Acesso em 25 de ago. 2017.
- CUPERSCHMID, Ana Regina Mizrahy. Realidade aumentada. In: BRAIDA, F.; LIMA, F.; FONSECA, J.; MARAIS, V. (org.). **101 Conceitos de Arquitetura e Urbanismo na Era Digital**. São Paulo: ProBooks, 2016.

FABRÍCIO, Márcio Minto; ORNSTEIN, Sheila Walbe; MELHADO, Silvio Burrattino. Conceitos de qualidade no projeto de edifícios. In: FABRÍCIO, M. M.; ORNSTEIN, S. W. (org.). **Qualidade no projeto de edifícios**. São Carlos: RiMa Editora, ANTAC, 2010. p.5-22.

FAGGIONATO, Sandra. **Percepção ambiental**. [on-line] 2005; Disponível em <www.educar.sc.usp.br/textos>. Acesso em 20 de ago. 2017.

FERNANDES, R. S.; SOUZA, V. J.; PELISSARI, V. B.; FERNANDES, S. T. **Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental**. [on-line] 2005. Disponível em <http://www.redeceas.esalq.usp.br/noticias/Percepcao_Ambiental.pdf>. Acesso em 20 de ago. 2017.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 5ª Edição, Positivo, 2010.

FERREIRA, Marcelo de Paula. **Um roteiro para a criação de programa computacional dedicado à geração de pré-projeto arquitetônico de habitações sociais: realimentação de modelo a partir de Avaliações Pós-Ocupação**. 2009. 315f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FOX, J.; ARENA, D.; BAILENSON, J.N. Virtual reality: a survival guide for the social scientist. **Journal of Media Psychology**, Stanford, v. 21(3), p. 95-113, 2009.

GOLLEDGE, Reginald; STIMSON, Robert. **Spatial behavior: a geographic perspective**. New York: The Guilford Press, 1997.

HASSENZAHN, M. Experience Design: Technology for All the Right Reasons. **Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics**, Stanford, v. 3, n. 1, p. 1-95, 2010.

HERSHBERGER, Robert B. **Architectural programming and predesign manager**. MacGraw-Hill: Boston, 1999.

HIGUERA-TRUJILLO, J. L.; MALDONADO, J. L. T.; MILLÁN, C. L. Psychological and physiological human responses to simulated and real environments: A comparison between Photographs, 360 Panoramas, and Virtual Reality. **Applied Ergonomics**, v.65, p.398-409, 2017.

IMAI, César. A participação de usuários nos processos avaliativos: metodologias e resultados. In: VILLA, S. B.; ORNSTEIN, S. W. **Qualidade Ambiental na habitação, avaliação pós-ocupação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

_____. **A utilização de modelos tridimensionais físicos em projetos de habitação social: o Projeto Casa Fácil**. 2007. 326f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

_____. **O sonho da moradia no projeto: o uso da maquete arquitetônica na simulação da habitação social**. Maringá: EdUEM, 2010.

IMAI, C.; AZUMA, M. H. A compreensão do objeto arquitetônico por meio do uso de protótipos tridimensionais – um estudo comparativo. In: Geometrias & Graphica 2015. Viana, V. (Ed.). **Proceedings...** Lisboa, Porto: Aproved. October, 2015.

IMAI, C.; AZUMA, M.H.; RODRIGUES, R.; ZALITE, M. O modelo tridimensional físico como instrumento de simulação na habitação social. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v.10, n. 2, p.7-19, jul./dez. 2015.

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

KIRNER, C.; PINHO, M.S. Introdução à Realidade Virtual. **Livro do Mini-curso, 1º Workshop de Realidade Virtual**. São Carlos, SP, 9-12 de Novembro de 1997. Disponível em <http://www.ckirner.com/download/tutoriais/rv-wrv97.pdf>. Acesso em 8 de jul. 2017.

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.

KIRNER, C.; TORI, R. Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade. In: KIRNER, C; TORI, R. (Ed.). **Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências**. 1ed. São Paulo, v. 1, p. 3-20, 2004.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. In: Realidade Virtual e Aumentada, conceitos, projeto e aplicações. **Livro do Pré-Simpósio, IX Symposium on Virtual and Augmented Reality**. Petrópolis, RJ, 28 de Maio de 2007.

KLEIBOER, M. Simulation methodology for crisis management support. **Journal of Contingencies and Crisis Management**, v.5, n.4, p.198- 206, 1997.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. C.; FABRÍCIO, M. M.; PETRECHE J. R. D. (org). **O Processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.; CELANI, M. G. C.; MOREIRA, D. D.; PINA, S. A. M.; RUSCHEL, R. C.; SILVA, V. G.; LABAKI, L. C.; PETRECHE, J. R. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.6, n.2, p.07-19, abr./jun. 2006.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.; PRATA, Alessandra. R.; PINA Silvia A. Mikani G.; CAMARGO, Renata Faccin. Ambiente construído e comportamento humano: necessidade de uma metodologia. In: ENTAC 2000, Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, **Anais...** 26-28 de abril, Salvador, 2000.

KOWALTOWSKI, Doris C.C.K.; MOREIRA, D. C.; DELIBERADOR, M. S. O programa arquitetônico no processo de projeto: discutindo a arquitetura escolar, respeitando o olhar do usuário. IN: **Projetos Complexos e os Impactos na Cidade e na Paisagem**, Editora da UFRJ, Rio de Janeiro, 2012, p. 160 – 185.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.; GRANJA, A. D.; MOREIRA, D. C.; SILVA, V. G.; PINA, S. A. M. G. Métodos e instrumentos de avaliação de projetos destinados à habitação de interesse social. In: VILLA, S. B.; ORNSTEIN, S. W. **Qualidade Ambiental na habitação, avaliação pós-ocupação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

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

LAWSON, B. **Como arquitetos e designers pensam**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

LEE, Terence. **Psychology and the environment**. Methuen: University of Indiana, 1976.

MADATHIL, K. C.; GREENSTEIN, J. S. An investigation of the efficacy of collaborative virtual reality systems for moderated remote usability testing. **Applied Ergonomics**, v.65, p.501-514, 2017.

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 com o apoio do Estado. In: ABIKO, Alex Kenya; ORNSTEIN, Sheila Walbe (Orgs). **Inserção urbana e avaliação pós-ocupação (APO) da habitação de interesse social**. São Paulo: FAUUSP – Coletânea Habitare/FINEP, 2002.

MATSUDA, Keiichi. **Hyper-reality** [on-line] 2016; Disponível em: <<http://hyper-reality.co/>>. Acesso em 5 de ago. 2017.

NETTO, A. V.; TAHARA, C. S.; PORTO, A. J. V.; GONÇALVES FILHO, E. V. Realidade Virtual e suas aplicações na área de manufatura, treinamento, simulação e desenvolvimento de produto. **Gestão & Produção**, v.5, n.2, p. 104-116, 1998.

NILSEN, J. **Why You Only Need to Test with 5 Users**. Article NN/g Nilsen Norman Group. March, 2000. Disponível em <<http://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>>. Acesso em 02 de maio de 2017.

OKAMOTO J. **Percepção Ambiental e Comportamento: visão Holística da Percepção Ambiental na Arquitetura e na Comunicação**. São Paulo: Mackenzie; 2002.

ONO, R.; ORNSTEIN, S. W.; OLIVEIRA, F. L.; GALVÃO, W. J. F. Avaliação Pós-Ocupação: Pré-Teste de Instrumentos para Verificação do Desempenho de Empreendimentos Habitacionais em Sistemas Construtivos Inovadores. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v.10, n.1, p.64-78, jan./jun. 2015.

ORNSTEIN, Sheila W.; BRUNA, Gilda; ROMÉRO, Marcelo. **Ambiente construído e comportamento - A avaliação Pós-Ocupação e a qualidade ambiental**. São Paulo, Studio Nobel, Fundação para a Pesquisa Ambiental / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 1995.

ORNSTEIN, Sheila W.; ROMÉRO, Marcelo (colaborador). **Avaliação Pós-Ocupação (APO) do ambiente construído**. São Paulo, Studio Nobel, Editora da Universidade de São Paulo, 1992.

PARAIZO, Rodrigo Cury. Realidade Virtual. In: BRAIDA, F.; LIMA, F.; FONSECA, J.; MARAIS, V. (org.). **101 Conceitos de Arquitetura e Urbanismo na Era Digital**. São Paulo: ProBooks, 2016.

PEÑA, W. M.; PARSHALL, S. A. **Problem Seeking: an architectural programming primer**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 2001.

POLSON, P., LEWIS, C., RIEMAN, J. e WHARTON, C. Cognitive Walkthroughs: A method for theory-based evaluation of user interfaces. **International Journal of Man - Machine Studies**, v.36, p.741-773, 1992.

PREISER, Wolfgang F. E.; RABINOWITZ, Harvey Z. & WHITE, Edward T. **Post-Occupancy Evaluation**. New York, Van Nostrand Reinhold, 1988.

PUPO, R. T. **Inserção da prototipagem e fabricação digitais no processo de projeto: um novo desafio para o ensino de arquitetura**. 2009. 259f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

REIS, A. T. L.; LAY, M. C. D. Avaliação da qualidade de projetos – uma abordagem perceptiva e cognitiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.6, n.3, p.21-34, jul./set. 2006.

REBELO, F.; NORIEGA, P. Using Virtual Reality to Assess User Experience. **Human Factors**, v.54, n.6, p.964-982, dec. 2012.

RHEINGANTZ, P. A.; AZEVEDO, G. A.; BRASILEIRO, A.; ALCANTARA, D.; QUEIROZ, M. **Observando a qualidade do lugar: procedimentos para a avaliação pós-ocupação**. Rio de Janeiro, UFRJ, FAU, PROARQ, 2009.

ROCHA, H. V. D.; BARANAUSKAS, M. C. C. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. Campinas, SP: NIED/UNICAMP, 2003.

RODRIGUES, Rodrigo. **A simulação como ferramenta para identificação de requisitos dos usuários idosos na habitação**. 2016. 117f. Dissertação (Mestrado) – Programa Associado de Pós Graduação em Metodologia de Projeto em Arquitetura e Urbanismo– UEM/UEL. Londrina, 2016.

ROZESTRATEN, A. **Estudo sobre a história dos modelos arquitetônicos na antiguidade: origens e características das primeiras maquetes de arquiteto**. 2003. 299f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

RUBIN, Jeff; CHISNELL, Dana. **Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests**. Wiley Publishing, Inc, 2008.

- SANOFF, Henry. Special issue on participatory design. **Design Studies**, 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, p.71-81, 2015.
- SERRA, G. G. **Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo: guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação**. São Paulo: Edusp / Mandarim, 2006.
- SMYTHE, K. C. A. S.; SPINILLO, C. G. Avaliação de métodos e técnicas para inserção do usuário na fase inicial do processo de design de sistemas wayfinding. **Infodesign**, São Paulo, v.17, n.1, p. 14-29, 2017.
- SOMMER, B.; SOMMER, R. **A practical guide to behavioral research. Tools and Techniques**. New York, Oxford University Press, 1991.
- SPINUZZI, Clay. The methodology of participatory design. **Technical Communication**, v.52, n.2, p.163-174, 2005.
- TAUBE, J. **Reflexões sobre a customização em massa no processo de provisão de habitações de interesse social: estudo de caso na COHAB de Londrina-PR**. 2015. 125f. Dissertação (Mestrado) – Programa Associado de Pós Graduação em Metodologia de Projeto em Arquitetura e Urbanismo– UEM/UEL. Londrina, 2015.
- THEOPHILO, A. Z. **Requisitos de acessibilidade em empreendimentos de habitação de interesse social: um estudo de caso no residencial Vista Bela em Londrina/PR**. 2014. 198f. Dissertação (Mestrado) – Programa Associado de Pós Graduação em Metodologia de Projeto em Arquitetura e Urbanismo– UEM/UEL. Londrina, 2014.
- TURNER, J. Rodney. The Role of pilot studies in reducing risk on project and programmes. **International Journal of Project Management**, v.23, p.1-6, 2005.
- VICENTE, Paulo. 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. (Org.). **Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- VILLA, S. B.; SARAMAGO, R. C. P.; GARCIA, L. C. **Avaliação pós-ocupação no Programa Minha Casa Minha Vida: uma experiência metodológica**. Uberlândia, UFU, MG, MORA, 2015.
- VOORDT, Theo J. M. Van Der; WEGEN, Herman B. R. Van. **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. [e-book]: New York: John Wiley & Sons, 2013.
- WENDT, Guilherme Welter. Tecnologias de interface humano-computacional: realidade virtual e novos caminhos para pesquisa. **Revista de Psiquiatria Clínica**, São Paulo, v.38 (5), p.211-2, 2011.
- YIN, Robert K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 2ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- ZALITE, M. G. A. **A simulação com modelo físico como modo de identificação das prioridades declaradas do usuário no projeto de HIS**. 2016. 155f. Dissertação (Mestrado) – Programa Associado de Pós Graduação em Metodologia de Projeto em Arquitetura e Urbanismo– UEM/UEL. Londrina, 2016.
- ZEISEL, John. **Inquiry by Design; Environment/Behavior/Neuroscience/in Architecture**, Interiors, Landscape, and Planning. New York, W. W. Norton & Company, 2006.

8. APÊNDICES

8.1. Apêndice A – Termo de Consentimento

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

“A avaliação pré-projeto e sua contribuição na compreensão do ambiente construído pelo usuário: simulações por protótipos físicos e digitais”

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo (a) para participar da pesquisa “A avaliação pré-projeto e sua contribuição na compreensão do ambiente construído pelo usuário: simulações por protótipos físicos e digitais” a ser realizada em Londrina/PR e Apucarana/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 modelos tridimensionais (digitais e físicos) como ferramentas para produzir o diálogo entre a linguagem técnica do projetista e a do usuário. Sua participação é muito importante e ela ocorre da seguinte forma: interação com maquete física e virtual, perguntas sobre a representação dos ambientes simulados, fotos e gravação de áudio e vídeo do procedimento de perguntas.

Esclarecemos que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa ou para futuras pesquisas e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade e não permitir que as imagens possam identificar quaisquer pessoas. Os registros gravados serão transcritos para a coleta de dados e na sequência serão destruídos.

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 ainda, que você não pagará e nem será remunerado (a) por sua participação. Garantimos, no entanto, que, se houverem, todas as 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 sua futura moradia, contribuindo para formulação de parâmetros de projeto que correspondam aos seus anseios e necessidades habitacionais. Quanto aos riscos, esta pesquisa poderá ocasionar desconforto, insegurança e angústia para responder as perguntas e interagir com as maquetes e, se for esse o caso, você poderá se recusar a participar a qualquer momento.

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

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá nos contatar o coordenador da pesquisa, Prof. Dr. César Imai, do Programa de Pós-Graduação Associado em Arquitetura e Urbanismo, Rod. Celso Garcia Cid, KM 380, Cx. Postal 10.011 – 86.057- 970, Londrina, PR, pelo telefone (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.

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

Londrina, 26 de outubro de 2017.



Prof. Dr. César Imai

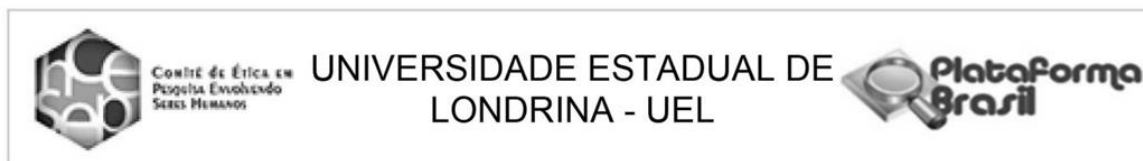
RG: 4.383.797-4

<p>_____ (NOME POR EXTENSO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.</p> <p style="text-align: center;">Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____</p> <p style="text-align: center;">Data: _____</p>

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.

8.2. Apêndice B – Parecer do Comitê de Ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A avaliação pré-projeto e sua contribuição na compreensão do ambiente construído pelo usuário: simulações por protótipos físicos e digitais

Pesquisador: CESAR IMAI

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 79595917.0.0000.5231

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Londrina - UEL

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.452.366

Apresentação do Projeto:

Resumo:

A questão a ser investigada nesta pesquisa é procedimento frequente no qual a elaboração do projeto arquitetônico é feita para usuários desconhecidos, em que o projetista identifica uma similaridade em alguns casos, tornando factível a adoção de um modelo tipológico padronizado. Embora considerada a existência de similaridades, é necessário discutir como o problema projetual pode ser compreendido sob o ponto de vista dos desejos e necessidades dos usuários que irão utilizar os ambientes a serem construídos. Nesse sentido, a Avaliação Pré-Projeto pode contribuir identificando os aspectos comportamentais desses usuários por meio da compreensão de suas demandas e necessidades. As informações geradas a partir deste procedimento podem contribuir para a melhoria da qualidade do ambiente, se utilizadas para embasar as decisões no

processo de projeto, aspecto este que tem sido pouco explorado na concepção dos edifícios. A pesquisa parte da hipótese de que a participação do usuário no processo projetual, pode elevar consideravelmente a satisfação dessas pessoas em relação ao ambiente projetado. Para isso é necessário que a coleta de informações junto ao usuário nas etapas iniciais de definição do projeto possibilitem uma forma didática de comunicação e compreensão para todos os participantes do processo. O objetivo da pesquisa é estudar como as simulações projetuais por meio de representações tridimensionais podem facilitar e melhorar o processo de comunicação entre o projetista e o futuro usuário das edificações.

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA ENVOLVENDO
SERES HUMANOS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 2.452.366

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os modelos de simulação não apresentam riscos aos participantes.

Benefícios:

Através das simulações os participantes são incluídos no processo de projeto de sua futura moradia, contribuindo para formulação de parâmetros de projeto que correspondam aos seus anseios e necessidades habitacionais.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de pesquisa relevante.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação estão adequados e são compostos por:

- Folha de rosto para pesquisa com seres humanos.
- TCLE em forma de convite;
- Declaração de autorização das Unidades Coparticipantes.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após a resolução das pendências elencadas na primeira rodada de avaliação, julga-se que o projeto deva ser aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br

8.3. Apêndice C – Roteiro de Simulação – Estudo-piloto

ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA PESQUISA - INÍCIO COM MODELO FÍSICO					
<i>Explicar para o usuário o objetivo da pesquisa, confidencialidade e termo de autorização. Salientar que é a ferramenta que é o modelo que está sendo avaliado e não o participante.</i>					
PERFIL DO RESPONDENTE					
1.	Gênero	<input type="text"/>	Idade	<input type="text"/>	Estado Civil
2.	Quant. filhos	<input type="text"/>	Idade e sexo (filhos)	<input type="text"/>	
3.	Outros moradores? (Se sim, idade, sexo e relação)				
4.	Tipo de moradia				
	<input type="checkbox"/> Casa Térrea	<input type="checkbox"/> Apart.	<input type="checkbox"/> Edícula	<input type="checkbox"/> Sobrado	<input type="checkbox"/> Outro
5.	Escolaridade				
	<input type="checkbox"/> Não possui	<input type="checkbox"/> 1º grau incomp.	<input type="checkbox"/> 1º grau compl.	<input type="checkbox"/> 2º grau incomp.	
	<input type="checkbox"/> 2 grau compl.	<input type="checkbox"/> Superior incomp.	<input type="checkbox"/> Superior compl.		
SIMULAÇÃO COM O MODELO FÍSICO					
<i>Apresentar o projeto através do modelo físico. Orientar o participante a se imaginar circulando pelos ambientes do modelo.</i>					
6.	Você consegue identificar que tipo de habitação é essa?				
	<input type="checkbox"/> Casa térrea	<input type="checkbox"/> Sobrado	<input type="checkbox"/> Apartamento	<input type="checkbox"/> Outra	
	Por que você acha isso? O que levou você a essa resposta?				
7.	Quantos ambientes você consegue identificar nesse modelo? Quais?				
8.	Em qual dos ambientes você compreendeu melhor o espaço?				
	Porquê?				
9.	Em qual dos ambientes você sentiu maior dificuldade de compreender o espaço?				
	Porquê?				
10.	Se você pudesse fazer modificações nesse projeto, o que você faria?				
	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não			
	Se sim, o quê?				
11.	Em relação aos materiais utilizados no projeto, nas paredes e piso, como você avalia?				
	<input type="checkbox"/> Ótimo	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Ruim	<input type="checkbox"/> Péssimo	
	Porquê?				
12.	O que você mais gostou do projeto? Porquê?				
13.	O que você menos gostou do projeto? Porquê?				
14.	Baseado nessa experiência de simulação física, você considera que compreende bem um projeto de habitação visto dessa maneira?				
	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não			
	Porquê?				

15.	Em geral, qual foi o nível de dificuldade ou de facilidade na utilização desse modelo?
<input type="checkbox"/>	Muito fácil
<input type="checkbox"/>	fácil
<input type="checkbox"/>	razoável
<input type="checkbox"/>	difícil
<input type="checkbox"/>	muito difícil
Porquê?	

16.	Numa escala de 0 a 10, como você avalia a representação dessa habitação? Porquê?
-----	--

Apresentar os óculos 3D e orientar o participante de como visualizar todas as imagens, pedir para ele ir descrevendo o que está visualizando. Conferir a nitidez das imagens.

RETORNAR A IMAGEM 1 - SALA/COZINHA

17.	Você consegue identificar que tipo de habitação é essa?
<input type="checkbox"/>	Casa Térrea
<input type="checkbox"/>	Sobrado
<input type="checkbox"/>	Apartamento
<input type="checkbox"/>	Outro
Porquê?	

18.	Quantos ambientes você consegue identificar nesse modelo? Quais?
-----	--

19.	Em qual dos ambientes você compreendeu melhor o espaço?
Porquê?	

20.	Em qual dos ambientes você sentiu maior dificuldade de compreender o espaço?
Porquê?	

21.	Você consegue identificar algum aspecto da habitação, seja ele bom ou ruim, que não tinha notado no modelo físico?
Se sim, qual?	

22.	Você consegue compreender melhor ou pior do que o modelo físico o tamanho dos ambientes através deste modelo virtual?
<input type="checkbox"/>	Melhor
<input type="checkbox"/>	Pior
Porquê?	

23.	Em geral, qual foi o nível de dificuldade ou de facilidade na utilização do óculos 3D?
<input type="checkbox"/>	Muito fácil
<input type="checkbox"/>	fácil
<input type="checkbox"/>	razoável
<input type="checkbox"/>	difícil
<input type="checkbox"/>	muito difícil
Porquê?	

24.	Numa escala de 0 a 10, como você avalia a representação dessa habitação no modelo virtual?
Porquê?	

25.	Na sua opinião:
<input type="checkbox"/>	Consegui compreender melhor o projeto através do modelo físico
<input type="checkbox"/>	Consegui compreender melhor o projeto através do modelo virtual
<input type="checkbox"/>	Consegui compreender igualmente o projeto nos dois modelos
<input type="checkbox"/>	Cada modelo me fez compreender aspectos diferentes do projeto
Justificativa	

26.	Se você pudesse revisar a sua avaliação anterior sobre o modelo físico, mudaria sua nota?
-----	---

8.4. Apêndice D – Roteiro de Simulação Final – Grupo 1

ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA PESQUISA - INÍCIO COM MODELO FÍSICO				
<i>Explicar para o usuário o objetivo da pesquisa, confidencialidade e termo de autorização. Salientar que é o modelo que está sendo avaliado e não o participante.</i>				
PERFIL DO RESPONDENTE				
1.	Gênero	<input type="text"/>	Idade	<input type="text"/>
			Estado Civil	<input type="text"/>
2.	Quant. filhos	<input type="text"/>	Idade e sexo (filhos)	<input type="text"/>
3.	Outros moradores? (Se sim, idade, sexo e relação)			
4.	Tipo de moradia			
	<input type="checkbox"/>	Casa Térrea	<input type="checkbox"/>	Apart.
	<input type="checkbox"/>	Edícula	<input type="checkbox"/>	Sobrado
	<input type="checkbox"/>	Outro		
SIMULAÇÃO COM O MODELO FÍSICO				
<i>Apresentar o modelo e pedir para o participante identificar os ambientes através do percurso cognitivo com a câmera</i>				
5.	Resultado do percurso cognitivo realizado pelo participante.			
	<input type="checkbox"/>	Péssimo (0)	<input type="checkbox"/>	Ruim (1 a 2)
	<input type="checkbox"/>	Regular (3 a 5)	<input type="checkbox"/>	Bom (6)
	<input type="checkbox"/>	Excelente (+6)		
	Observações sobre o percurso cognitivo:			
6.	Você consegue identificar que tipo de habitação é essa?			
	<input type="checkbox"/>	Casa térrea	<input type="checkbox"/>	Sobrado
	<input type="checkbox"/>	Apartamento	<input type="checkbox"/>	Outra
	Por que você acha isso? O que levou você a essa resposta?			
7.	Em qual dos ambientes você sentiu maior dificuldade de compreender o espaço?			
	Porquê?			
8.	Se você pudesse fazer modificações nesse projeto, o que você faria?			
	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não
	Se sim, o quê?			
9.	Em relação à representação dos materiais utilizados nas paredes, piso, móveis e objetos como você avalia?			
	<input type="checkbox"/>	Péssimo	<input type="checkbox"/>	Ruim
	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Bom
	<input type="checkbox"/>	Excelente		
	Porquê?			
10.	Em geral, qual foi o nível de dificuldade ou de facilidade na utilização desse modelo?			
	<input type="checkbox"/>	Muito fácil	<input type="checkbox"/>	Fácil
	<input type="checkbox"/>	Razoável	<input type="checkbox"/>	Difícil
	<input type="checkbox"/>	Muito difícil		
	Porquê?			
11.	Você considera que compreende bem um projeto representado dessa maneira, como você avalia a representação dessa habitação? De uma nota de 0 à 10.			
	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não
	<input type="text"/>	Nota		

SIMULAÇÃO COM MODELO VIRTUAL	
<i>Apresentar os óculos 3D , descrever o mecanismo de utilização e verificar a nitidez das imagens.</i>	
Orientar o participante a ler e realizar a tarefa (percurso cognitivo) proposta que está escrita no quadro acima da mesa de computador na imagem da sala.	
12.	Resultado do percurso cognitivo realizado pelo participante. <input type="checkbox"/> Péssimo (0) <input type="checkbox"/> Ruim (1 a 2) <input type="checkbox"/> Regular (3 a 5) <input type="checkbox"/> Bom (6) <input type="checkbox"/> Excelente (+6) Observações sobre o percurso cognitivo:
13.	Você consegue identificar que tipo de habitação é essa? <input type="checkbox"/> Casa Térrea <input type="checkbox"/> Sobrado <input type="checkbox"/> Apartamento <input type="checkbox"/> Outro Porquê?
14.	Em qual dos ambientes você sentiu maior dificuldade de compreender o espaço? Porquê?
15.	Se você pudesse fazer modificações nesse projeto, o que você faria? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Se sim, o quê?
16.	Em relação à representação materiais utilizados nas paredes, piso, móveis e objetos como você avalia? <input type="checkbox"/> Péssimo <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Excelente Porquê?
17.	Você consegue identificar algum aspecto da habitação, seja ele bom ou ruim, que não tinha notado no modelo físico? Se sim, qual?
18.	Você consegue compreender melhor ou pior do que o modelo físico o tamanho dos ambientes através deste modelo virtual? <input type="checkbox"/> Melhor <input type="checkbox"/> Pior Porquê?
19.	Em geral, qual foi o nível de dificuldade ou de facilidade na utilização dos óculos 3D? <input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito difícil Porquê?
20.	Numa escala de 0 a 10, como você avalia a representação dessa habitação no modelo virtual? Porquê?
21.	Na sua opinião: <input type="checkbox"/> Consegui compreender melhor o projeto através do modelo físico <input type="checkbox"/> Consegui compreender melhor o projeto através do modelo virtual <input type="checkbox"/> Consegui compreender igualmente o projeto nos dois modelos <input type="checkbox"/> Cada modelo me fez compreender aspectos diferentes do projeto Justificativa
22.	Se você pudesse revisar a sua avaliação anterior sobre o modelo físico, mudaria sua nota? <input type="checkbox"/> SIM De <input type="checkbox"/> para <input type="checkbox"/> Modelo Físico <input type="checkbox"/> NÃO De <input type="checkbox"/> para <input type="checkbox"/> Modelo Virtual
23.	Você tem algum comentário, sugestão ou crítica sobre a simulação?

8.5. Apêndice E - Roteiro de Simulação Final - Grupo 2

ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA PESQUISA - INÍCIO COM MODELO VIRTUAL										
<i>Explicar para o usuário o objetivo da pesquisa, confidencialidade e termo de autorização. Salientar que é o modelo que está sendo avaliado e não o participante.</i>										
PERFIL DO RESPONDENTE										
1.	Gênero	<input type="text"/>	Idade	<input type="text"/>	Estado Civil	<input type="text"/>				
2.	Quant. filhos	<input type="text"/>	Idade e sexo (filhos)	<input type="text"/>						
3.	Outros moradores? (Se sim, idade, sexo e relação)									
4.	Tipo de moradia									
	<input type="checkbox"/>	Casa Térrea	<input type="checkbox"/>	Apart.	<input type="checkbox"/>	Edícula	<input type="checkbox"/>	Sobrado	<input type="checkbox"/>	Outro
SIMULAÇÃO COM MODELO VIRTUAL										
<i>Apresentar os óculos 3D, descrever o mecanismo de utilização e verificar a nitidez das imagens. Orientar o participante a ler e realizar a tarefa (percurso cognitivo) proposta que está escrita no quadro acima da mesa de computador na imagem da sala.</i>										
05.	Resultado do percurso cognitivo realizado pelo participante.									
	<input type="checkbox"/>	Péssimo (0)	<input type="checkbox"/>	Ruim (1 a 2)	<input type="checkbox"/>	Regular (3 a 5)	<input type="checkbox"/>	Bom (6)	<input type="checkbox"/>	Excelente (+6)
	Observações sobre o percurso cognitivo:									
06.	Você consegue identificar que tipo de habitação é essa?									
	<input type="checkbox"/>	Casa Térrea	<input type="checkbox"/>	Sobrado	<input type="checkbox"/>	Apartamento	<input type="checkbox"/>	Outro		
	Porquê?									
07.	Em qual dos ambientes você sentiu maior dificuldade de compreender o espaço?									
	Porquê?									
08.	Se você pudesse fazer modificações nesse projeto, o que você faria?									
	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não						
	Se sim, o quê?									
09.	Em relação à representação materiais utilizados nas paredes, piso, móveis e objetos como você avalia?									
	<input type="checkbox"/>	Péssimo	<input type="checkbox"/>	Ruim	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Bom	<input type="checkbox"/>	Excelente
	Porquê?									
10.	Em geral, qual foi o nível de dificuldade ou de facilidade na utilização do modelo 3D?									
	<input type="checkbox"/>	Muito fácil	<input type="checkbox"/>	Fácil	<input type="checkbox"/>	Razoável	<input type="checkbox"/>	Difícil	<input type="checkbox"/>	Muito difícil
	Porquê?									
11.	Você considera que compreende bem um projeto representado dessa maneira, como você avalia a representação dessa habitação? De uma nota de 0 à 10.									
	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="text"/>	Nota				

SIMULAÇÃO COM O MODELO FÍSICO	
<i>Apresentar o modelo e pedir para o participante identificar os ambientes através do percurso cognitivo com a câmera</i>	
12.	Resultado do percurso cognitivo realizado pelo participante. <input type="checkbox"/> Péssimo (0) <input type="checkbox"/> Ruim (1 a 2) <input type="checkbox"/> Regular (3 a 5) <input type="checkbox"/> Bom (6) <input type="checkbox"/> Excelente (+6) Observações sobre o percurso cognitivo:
13.	Você consegue identificar que tipo de habitação é essa? <input type="checkbox"/> Casa térrea <input type="checkbox"/> Sobrado <input type="checkbox"/> Apartamento <input type="checkbox"/> Outra Por que você acha isso? O que levou você a essa resposta?
14.	Em qual dos ambientes você sentiu maior dificuldade de compreender o espaço? Porquê?
15.	Se você pudesse fazer modificações nesse projeto, o que você faria? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Se sim, o quê?
16.	Em relação à representação dos materiais utilizados nas paredes, piso, móveis e objetos como você avalia? <input type="checkbox"/> Péssimo <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Excelente Porquê?
17.	Você consegue identificar algum aspecto da habitação, seja ele bom ou ruim, que não tinha notado no modelo físico? Se sim, qual?
18.	Você consegue compreender melhor ou pior do que o modelo virtual o tamanho dos ambientes através deste modelo físico? <input type="checkbox"/> Melhor <input type="checkbox"/> Pior Porquê?
19.	Em geral, qual foi o nível de dificuldade ou de facilidade na utilização do modelo físico? <input type="checkbox"/> Muito fácil <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Difícil <input type="checkbox"/> Muito difícil Porquê?
20.	Numa escala de 0 a 10, como você avalia a representação dessa habitação no modelo físico? Porquê?
21.	Na sua opinião: <input type="checkbox"/> Consegui compreender melhor o projeto através do modelo virtual <input type="checkbox"/> Consegui compreender melhor o projeto através do modelo físico <input type="checkbox"/> Consegui compreender igualmente o projeto nos dois modelos <input type="checkbox"/> Cada modelo me fez compreender aspectos diferentes do projeto Justificativa
22.	Se você pudesse revisar a sua avaliação anterior sobre o modelo físico, mudaria sua nota? <input type="checkbox"/> SIM De <input type="checkbox"/> para <input type="checkbox"/> Modelo Físico <input type="checkbox"/> NÃO De <input type="checkbox"/> para <input type="checkbox"/> Modelo Virtual
23.	Você tem algum comentário, sugestão ou crítica sobre a simulação?