



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS FLORIANÓPOLIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

Gilberto Martini de Oliveira

**Percepções da Realidade Virtual Não Imersiva e Imersiva de Baixo Custo na Área de  
Arquitetura e Urbanismo**

Florianópolis  
2019

Gilberto Martini de Oliveira

**Percepções da Realidade Virtual Não Imersiva e Imersiva de Baixo Custo na Área de  
Arquitetura e Urbanismo**

Dissertação submetida ao Programa PósArq da  
Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção  
do Grau de Mestre em Arquitetura  
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> PhD Alice Theresinha Cybis Pereira

Florianópolis  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Oliveira, Gilberto Martini de. Percepções da Realidade Virtual Não Imersiva e Imersiva de Baixo Custo na Área de Arquitetura e Urbanismo / Gilberto Martini de Oliveira; orientador, Alice Theresinha Cybis Pereira, 2019. 139 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Realidade Virtual Imersiva de Baixo Custo. 2. Realidade Virtual não Imersiva. 3. Arquitetura e Urbanismo. 4. Percepção. I. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Gilberto Martini de Oliveira  
**Percepções da Realidade Virtual Não Imersiva e Imersiva de Baixo Custo na Área de  
Arquitetura e Urbanismo**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca  
examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Renato Saboya  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof, Dr. Carlos Vaz  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof, Dr. Flávio Andaló  
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi  
julgado adequado para obtenção do título de mestre em Arquitetura e Urbanismo

---

Prof. Dr. Fernando Simon Westphal  
Coordenador do Curso  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof.<sup>a</sup> PhD Alice Theresinha Cybis Pereira  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis  
2019



Este trabalho é dedicado a minha família, em especial a minha mãe que sempre me incentivou a acreditar em Deus e em meus sonhos.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade de conduzir esta pesquisa. Agradeço a minha família pelo apoio incondicional durante esta jornada de estudos intensivos. Aos amigos, Sandro Vieira e Claudemiro Ferreira, pelas revisões. Ao programa Ciência Sem Fronteiras, pela oportunidade de estudar em uma das melhores faculdades dos EUA e assim aprender sobre Realidade Virtual. A CAPES, pela bolsa, pois sem este recurso este trabalho poderia não ter existido. Ao PósArq e a minha orientadora, cujo apoio e orientação foram imprescindíveis para a realização deste trabalho.

Reality is merely an illusion,  
albeit a very persistent one.

—Albert Einstein

## RESUMO

Esta pesquisa de mestrado se propôs a investigar e comparar as diferentes percepções que estudantes de arquitetura e urbanismo têm ao interagirem com a Realidade Virtual não Imersiva (computador) e a Realidade Virtual Imersiva de Baixo Custo (google cardboard). Este estudo se caracteriza como exploratório, aplicado e de desenvolvimento experimental, com análise de dados qualitativos (relatos verbais) e quantitativos (escala de likert e dimensões estimadas). Os dados qualitativos foram organizados por meio de análise de conteúdo e os quantitativos tiveram a normalidade da amostra testada e a mediana submetida ao teste estatístico *U* de Mann Whitney. Este teste buscou evidenciar a hipótese nula (não há diferença de percepção entre os dois formatos de Realidade Virtual), ou a hipótese alternativa (há diferença de percepção entre os formatos) referente às percepções dos estudantes. Os procedimentos metodológicos desenvolvidos para coleta de dados envolveram: oficinas de Realidade Virtual, entrevista com professores de arquitetura e urbanismo e um experimento envolvendo a Realidade Virtual não Imersiva e Imersiva de baixo custo. A partir dos dados coletados, foram inferidas nove categorias de percepção, dentre elas: altura real e percebida, senso de presença, interação e movimentação, campo visual, estimação de medidas, sensações e emoções, ergonomia física do Google cardboard e opinião sobre os formatos de RVs. Diante dos testes estatísticos, notou-se que, apenas na categoria de senso de presença em sua totalidade, é possível sugerir uma diferença significativa de percepção entre os dois formatos de Realidade Virtual. Na categoria de estimação de medidas, os testes estatísticos não evidenciaram diferença significativa entre estimar medidas no computador ou no modo imersivo. Sugere-se que em Realidade Virtual Imersiva quanto mais elementos do mundo real estiverem representados no mundo virtual, mais o usuário tem a sensação de presença. Em relação ao dispositivo Google cardboard, os alunos puderam se apropriar rapidamente tanto com o formato de interação como com as novas percepções adquiridas.

**Palavras-chave:** Realidade Virtual não Imersiva; Realidade Virtual Imersiva; Arquitetura e Urbanismo; e Percepção

## ABSTRACT

This research aims to investigate and compare the different perceptions that students of architecture and urbanism have when interacting with non-immersive virtual reality (computer) and low cost immersive virtual reality (google cardboard). This study is characterized as exploratory, applied and experimental development, with analysis of qualitative (verbal reports) and quantitative (likert scale and estimated dimensions) data. Qualitative data were organized by content analysis and quantitative data had the normality of the sample tested and the median submitted to the Mann Whitney U statistical test. This test sought to highlight the null hypothesis (there is no difference in perception between the two formats of Virtual Reality), or the alternative hypothesis (there is difference in perception between formats) regarding students' perceptions. The methodological procedures developed for data collection involved: Virtual Reality workshops, interviews with architecture and urbanism teachers and an experiment involving the Non-Immersive and the low cost Immersive Virtual Reality. From the collected data, nine categories of perception were inferred, among them: real and perceived height, sense of presence, interaction and movement, visual field, estimation of measurements, sensations and emotions, physical ergonomics of Google cardboard and opinion about formats of RVs. Given the statistical tests, it was noted that only in the category of sense of presence in its entirety, it is possible to suggest a significant difference in perception between the two formats of Virtual Reality. In the measurement estimation category, statistical tests showed no significant difference between estimating computed or immersive measures. It is suggested that in Immersive Virtual Reality the more elements of the real world are represented in the virtual world, the more the user has a sense of presence. Regarding the Google cardboard device, students were able to quickly appropriate both the format of interaction and the new perceptions gained.

**Keywords:** Non-immersive Virtual Reality; Immersive Virtual Reality, Architecture and Urbanism; e Perception;

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRUTURA DESTA DISSERTAÇÃO .....	25
FIGURA 2 - O GRANDE FRISO, VILLA DEI MISTERI (VILA DOS MISTÉRIOS) 60 A.C.....	27
FIGURA 3 - ESTEREOSCÓPIO .....	28
FIGURA 4 - SENSORAMA.....	29
FIGURA 5 - PRIMEIRO ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL, CRIADO POR IVAN SUTHERLAND .....	30
FIGURA 6 - NINTENDO VIRTUAL BOY (ESQUERDO), E SEGA VR (DIREITO).....	31
FIGURA 7- OCVLUS RIFT (ESQUERDA) E HTC VIVE (DIREITA).....	34
FIGURA 8 - OCVLUS GO (ESQUERDA) E VIVE FOCUS (DIREITA) .....	34
FIGURA 9 - GOOGLE CARDBOARD .....	35
FIGURA 10 – ILUSÃO MULHER OU SENHORA.....	38
FIGURA 11 – ILUSÃO DE PROFUNDIDADE, NA IMAGEM DO TRILHO DE TREM.....	39
FIGURA 12– ILUSÃO QUARTO EAEMES .....	43
FIGURA 13– QUANTIDADE DE PUBLICAÇÕES ENTRE 2009 E 2019.....	47
FIGURA 14 - DIFICULDADE DE CONFIGURAÇÃO DOS MODELOS 3D. ....	56
FIGURA 15 - CORRESPONDÊNCIA DO MODELO EM RV IMERSIVA, COMPARADO AO DIGITAL.....	57
FIGURA 16 - SENSAÇÃO DE PRESENÇA NO MUNDO VIRTUAL.....	58
FIGURE 17 – ELEMENTOS ARQUITETÔNICOS PARA ESTIMAÇÃO DE MEDIDAS NO CENÁRIO URBANO.....	66
FIGURA 18– DIFERENTES ÂNGULOS DE VISÃO DO CENÁRIO URBANO .....	67
FIGURE 19 – POSIÇÃO INICIAL DO ALUNO AO INICAR O EXPERIMENTO NO MODO DE RVI .....	68
FIGURE 20 – ELEMENTOS ARQUITETÔNICOS PARA ESTIMAÇÃO DE MEDIDAS NO CENÁRIO INTERNO. ....	68
FIGURA 21 - DIFERENTES ÂNGULOS DE VISÃO DO CENÁRIO INTERNO.....	69
FIGURE 22 – VISTA INICIAL DO ALUNO AO INICAR O EXPERIMENTO PELA RVI.....	70
FIGURA 23 – DIVISÃO DOS GRUPOS E ORDEM DE APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	72
FIGURA 24– PERCEPÇÃO DE ALTURA ENTRE RVNI E RVI, NO CENÁRIO URBANO .....	73
FIGURA 25 - PERCEPÇÃO DE ALTURA NO CENÁRIO DE ARQUITETURA DE INTERIORES.....	76
FIGURA 26 – SENSO DE PRESENÇA NO CENÁRIO URBANO .....	78
FIGURA 27 - SENSO DE PRESENÇA NO CENÁRIO INTERNO .....	80
FIGURA 28 - SEMELHANÇA DE ROTAÇÃO ENTRE RVS, CENÁRIO URBANO. ....	82
FIGURA 29 - SEMELHANÇA DE ROTAÇÃO ENTRE RVS, CENÁRIO INTERNO. ....	84
FIGURA 30- CAMPO VISUAL, CENÁRIO URBANO.....	86
FIGURA 31 - CAMPO VISUAL, CENÁRIO INTERNO .....	87
FIGURA 32 - RELATOS SOBRE MEDIDA DA CALÇADA .....	89

FIGURA 33 – RELATOS SOBRE MEDIDA DA RUA .....	90
FIGURA 34- RELATOS, MEDIDA DO MURO.....	91
FIGURA 35 - RELATOS, MEDIDA CORREDOR DA COZINHA.....	92
FIGURA 36 - RELATOS, MEDIDA DA BANCADA DA COZINHA .....	93

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RELAÇÃO DE CATEGORIAS E SEUS AUTORES, DOS ARTIGOS SELECIONADOS _____	48
TABELA 2 - PERCEPÇÃO DE ALTURA NO CENÁRIO URBANO _____	75
TABELA 3 - PERCEPÇÃO DE ALTURA NO CENÁRIO INTERNO _____	77
TABELA 4 – SENSO DE PRESENÇA NO CENÁRIO URBANO _____	79
TABELA 5 - SENSO DE PRESENÇA NO CENÁRIO INTERNO _____	80
TABELA 6 - DIFERENÇAS ENTRE OS MODOS DE INTERAÇÃO ENTRE AS RVS _____	82
TABELA 7 - FALAS SOBRE CAMPO VISUAL, CENÁRIO URBANO _____	86
TABELA 8 - FALAS SOBRE CAMPO VISUAL, CENÁRIO INTERNO _____	88
TABELA 9 - RELAÇÃO DE ESPAÇO NO CENÁRIO URBANO _____	95
TABELA 10 - RELAÇÃO ENTRE MATERIAIS E TEXTURAS NO CENÁRIO URBANO _____	96
TABELA 11 - RELAÇÃO DE ESPAÇO NO CENÁRIO INTERNO _____	97
TABELA 12 - RELAÇÃO ENTRE MATERIAIS E TEXTURAS NO CENÁRIO INTERNO _____	97
TABELA 13 - SENSAÇÃO E MOÇÕES, CENÁRIO URBANO _____	98
TABELA 14 - SENSAÇÕES E EMOÇÕES, CENÁRIO INTERNO _____	99
TABELA 15 - RELATOS SOBRE EXPERIÊNCIA COM GOOGLE CARDBOARD _____	100



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AVI – Cenário Virtual Imersivo

3D – Três dimensões

HMD – Head Mounted Display

RVNI – Realidade Virtual não Imersiva

RVI – Realidade Virtual Imersiva

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>19</b>
1.1	Justificativa	20
1.2	Questão de pesquisa	21
1.3	Objetivos	21
1.4	Procedimentos metodológicos	21
1.4.1	<i>Oficina de Realidade Virtual</i>	22
1.4.2	<i>Entrevista com professores</i>	22
1.4.3	<i>Experimento Controlado</i>	23
1.4.4	<i>Análise dos dados</i>	23
1.5	Estrutura desta Dissertação	25
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>26</b>
2.1	Realidade Virtual	26
2.1.1	<i>O que é Realidade Virtual</i>	31
2.1.2	<i>Sistemas de Realidade Virtual</i>	32
2.1.3	<i>Dispositivos de Realidade Virtual</i>	33
2.1.4	<i>Softwares de Realidade Virtual</i>	35
2.2	Percepção	37
2.2.1	<i>Processos de Percepção</i>	39
2.2.2	<i>Percepção Visual</i>	41
2.2.3	<i>Percepção Espacial</i>	42
2.3	Revisão da literatura	45
2.3.1	<i>Tema e questão de pesquisa</i>	45
2.3.2	<i>Critérios de inclusão e exclusão</i>	46
2.3.3	<i>Identificação dos estudos selecionados</i>	47
2.3.4	<i>Aplicação no ensino</i>	49
2.3.5	<i>Uso em projeto</i>	50
2.3.6	<i>Estimação de medidas</i>	51
2.3.7	<i>Particularidades da tecnologia de Realidade Virtual</i>	52
<b>3</b>	<b>Atividades Exploratórias</b>	<b>55</b>
3.1	Oficinas de Realidade Virtual	55
3.1.1	<i>Considerações sobre as oficinas</i>	59
3.2	Entrevista com professores	60
3.2.1	<i>Relação com as tecnologias digitais</i>	60
3.2.2	<i>Ensino de percepção espacial e visual</i>	62
3.2.3	<i>Cenário ideal para o ensino</i>	63
3.2.4	<i>Cenários em RVI para experimento</i>	64
3.2.5	<i>Considerações sobre conversas com professores</i>	65
<b>4</b>	<b>Atividades Experimentais</b>	<b>66</b>
4.1	Experimento controlado	66
4.2	Condução do experimento	71
4.3	Categorias de análise	72
4.3.1	<i>Altura real e percebida</i>	73
4.3.2	<i>Senso de presença</i>	78
4.3.3	<i>Interação e movimentação</i>	81

4.3.4	<i>Campo visual</i> .....	85
4.3.5	<i>Estimação de medidas</i> .....	89
4.3.6	<i>Compreensão espacial e visual</i> .....	94
4.3.7	<i>Sensações e emoções</i> .....	98
4.3.8	<i>Ergonomia física do Google Cardboard</i> .....	100
4.3.9	<i>Opinião sobre os formatos de RVs</i> .....	101
<b>5</b>	<b>Considerações finais e trabalhos futuros</b> .....	<b>104</b>
<b>6</b>	<b>Referências</b> .....	<b>109</b>
<b>7</b>	<b>Apêndice - Tabela final de artigos para análise e extração de dados</b> .....	<b>117</b>
<b>8</b>	<b>Apêndice - Tutorial oficina de Realidade Virtual.</b> .....	<b>124</b>
<b>9</b>	<b>Apêndice - Questionário para entrevistas com professores</b> .....	<b>129</b>
<b>10</b>	<b>Apêndice - Termo de consentimento</b> .....	<b>130</b>
<b>11</b>	<b>Apêndice - Questionário cenário urbano</b> .....	<b>133</b>
<b>12</b>	<b>Apêndice - Questionário cenário interno</b> .....	<b>135</b>
<b>13</b>	<b>Apêndice - Tabela final de dados quantitativos</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais têm impactado a área de arquitetura e urbanismo de uma forma muito expressiva, especialmente no que se refere ao ensino e à prática da arquitetura. Os formatos de representação digital potencializam processos nos quais o projetista pode se beneficiar porque esse formato permite a visualização prévia dos projetos, ou seja, antes de os mesmos serem construídos (HUANG; JIANG, 2014).

A representação digital é considerada um formato de Realidade Virtual. Este formato é o mais comum e está presente nos computadores. São dispositivos que apresentam conteúdos digitais, porém não imersivos (RVNI), uma vez que quem o vê não é privado do mundo real.

Nuno (2002) destaca o formato de Realidade Virtual Imersivo (RVI). Este, por meio de um capacete ou óculos de RV, envolve o usuário por um mundo virtual gerado por computador. Este sistema é dito como imersivo, pois o usuário fica totalmente inserido no conteúdo digital.

Entretanto, Paes, Arantes e Irizarry (2017) destacam que pesquisas relacionadas à percepção espacial em arquitetura ainda são escassas. Os autores argumentam que somente após entendermos de que forma a RV influencia a percepção humana é que será possível definir parâmetros ou recomendações para que esta tecnologia seja aplicada com eficácia.

Diante da apropriação das tecnologias digitais não imersivas e imersivas, como parte do processo de ideação, acredita-se que cada formato de visualização pode proporcionar diferentes percepções ao projetista. Nesse sentido, ressalta-se que esta pesquisa busca investigar as diferentes percepções que estudantes de arquitetura e urbanismo têm ao interagirem com a Realidade Virtual não imersiva, e imersiva de baixo custo.

## 1.1 Justificativa

Os diferenciais da RVI são o senso de imersão e presença, aliados a interatividade e engajamento em conteúdos virtuais. A possibilidade de aliar a RVI na área de arquitetura e urbanismo favorece para uma elevada capacidade de experimentar sensações baseadas no mundo real (MILOVANOVIC; MOREAU, 2017).

A RVI está em evidência devido ao avanço tecnológico das placas de vídeo, pois quanto mais poder de processamento, mais dados podem ser visualizados em tempo real. Isso favoreceu a popularização de dispositivos conhecidos como HMD (*head mounted display*), dentre os quais se destacam: *Oculus Rift*, *HTC Vive*. Ressalte-se, porém, que esses dispositivos são de alto custo, e requerem um computador com placa de vídeo de última geração. Também é importante ressaltar que o *Google cardboard*, é uma alternativa aos dispositivos de alto custo, uma vez que requer apenas o modelo de papelão, e um *smart phone*.

Pesquisas sobre RVI já vem sendo conduzidas mediante o uso do *Google cardboard*, não apenas em arquitetura como modelo de simulação e visualização de projetos interativos (DOLPH, 2013 , SOMAN; WHYTE, 2017) mas também na medicina; para treinar médicos cirurgiões antes da realização de procedimentos nos pacientes (RIVA; WIEDERHOLD, 2015). Até na área da psicologia se observa o uso dessa tecnologia, como nos casos de aplicações para tratamento de fobias (DANG et al., 2017).

Neste contexto, esta pesquisa se justifica pelo fato de que ao se identificarem as percepções dos estudantes ao interagir com a RVNI e Imersiva de baixo custo, pode-se favorecer a melhoria no uso e aplicação dessa tecnologia na área de arquitetura e urbanismo.

## 1.2 Questão de pesquisa

A Realidade Virtual não Imersiva (tela do computador), está cada vez mais presente no ato de aprender e projetar em arquitetura. Contudo, com o avanço da tecnologia de Realidade Virtual Imersiva, novas possibilidades de visualização e exploração de projetos ficam disponíveis, uma vez que o senso de imersão, presença, e navegação podem proporcionar diferentes percepções ao projetista.

Sendo assim, surge a pergunta de pesquisa: **Quais as diferentes percepções que estudantes de arquitetura e urbanismo têm ao interagirem com cenários construídos em Realidade Virtual não Imersiva e Imersiva de baixo custo?**

## 1.3 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho consiste em identificar as percepções de estudantes de arquitetura e urbanismo ao interagirem com cenários virtuais em Realidade Virtual não Imersiva e Imersiva de baixo custo.

### Objetivos específicos

- Identificar as categorias de percepções durante interação com RVs;
- Comparar as percepções de alunos de arquitetura e urbanismo nos dois modos de RVs;

## 1.4 Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa busca um entendimento relativo às diferentes percepções resultantes do uso de RVNI e RVI de baixo custo, quando inserida no contexto de interação com projetos de arquitetura e Urbanismo. Portanto, este estudo se caracteriza como **aplicado**, **exploratório** e com desenvolvimento **experimental**, pois visa ampliar o entendimento referente a aplicação da tecnologia de RV em duas situações: Interação com projetos na tela do computador (modo não imersivo), e no óculos de RVI de baixo custo (modo imersivo).

Gil (2010) argumenta que, a pesquisa exploratória busca tornar o problema pesquisado mais explícito ou passível de formulação de novas hipóteses.

Este estudo segue um **método misto** de pesquisa. Creswell e Clark (2013), classificam a pesquisa mista como sendo o tipo de estudo que envolve tanto dados quantitativos como qualitativos. Os autores argumentam que, apesar de cada método ter suas vantagens, a junção de ambos contribui para a obtenção de maiores evidências referentes ao problema estudado, comparando-se à utilização de um ou outro método isoladamente.

Para concretizar o método misto de pesquisa, os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos com o intuito de coletar tanto dados quantitativos como qualitativos. Estes procedimentos estão descritos a seguir de forma sintetizada, sendo detalhados nos capítulos pertinentes.

#### **1.4.1 Oficina de Realidade Virtual**

Estruturar uma oficina teórico prática (tutorial) de RVI na qual alunos de arquitetura e urbanismo possam aprender sobre esta tecnologia e criarem uma experiência imersiva. Por meio dessa oficina, coletam-se as impressões dos estudantes através de questionário online, com questões fechadas, sendo em escala de um a cinco, e relatos verbais. Este procedimento pode ser descrito como observação espontânea que, segundo Gil (2010), procura aproximar o pesquisador do objeto de pesquisa.

#### **1.4.2 Entrevista com professores**

Gil (2010) relaciona alguns fatores a serem considerados ao se elaborar uma entrevista; dentre eles: definição da modalidade de entrevista, a quantidade de entrevistados, a seleção dos informantes, e a negociação da entrevista. Tendo estas premissas, este procedimento metodológico busca formular e aplicar uma entrevista semiestruturada com 5 professores do departamento de arquitetura e urbanismo. Esta entrevista busca investigar a opinião dos professores no que se refere a quais cenários virtuais poderiam ser usados na realização de um experimento com os alunos. Além disso, essas entrevistas buscaram compreender os questionamentos dos estudantes no que se refere à percepção espacial.

### 1.4.3 Experimento Controlado

O experimento é um procedimento a ser executado tendo em vista um problema de pesquisa (GIL, 2010). Neste estudo, o experimento busca auxiliar no processo exploratório que visa a entender as diferentes percepções que os alunos têm ao interagir com a Realidade Virtual imersiva e não imersiva em projetos de arquitetura e urbanismo.

Na consecução desse objetivo, buscou-se desenvolver um experimento usando RVNI e RVI em dois cenários virtuais: um interno e um externo.

Buscou-se coletar os dados através de entrevista semiestruturada, com questões quantitativas (escala de um a cinco), e qualitativas (relatos verbais); deve-se destacar uma questão quantitativa em que os alunos possam estimar medidas tanto verticais quanto horizontais, nos dois cenários; calcular a média das diferenças de erro e compará-la, assim como calcular a mediana de cada grupo para teste estatístico.

### 1.4.4 Análise dos dados

De acordo com os procedimentos metodológicos definidos, tanto dados qualitativos como quantitativos serão considerados para análise. Os dados qualitativos (entrevistas, observações e anotações do autor) serão tratados de acordo com as recomendações de Gibbs, (2009) que compõe: transcrição das entrevistas, categorização temática, e análise. As frases mais relevantes de cada categoria devem ser comparadas com cada formato de RV.

Os dados quantitativos obtidos pela escala de Likert, devem ser apresentados em gráficos de colunas. A escala deve conter números de um a cinco. Gil (2010) salienta que dados quantitativos obtidos em experimentos geralmente são comparados pela média obtida em cada grupo. Entretanto, o autor ressalta que se deve realizar algum teste estatístico para saber se os resultados decorrerão ou não ao acaso. Assim, neste estudo, adotou-se o teste estatístico  $U$  de Mann Whitney para duas amostras independentes. Para aplicar o teste  $U$  é necessário duas hipóteses ( $H_0$  e  $H_1$ ) a serem comparadas pela mediana.



Antes de se realizar o teste estatístico deve-se aferir se a distribuição da amostra é normal ou não. Somente assim pode-se saber qual teste é mais indicado. Sobre o teste de normalidade, Fávero e Belfiore (2017 p.198) explicam que:

O teste de Shapiro-Wilk (S-W) é baseado em Shapiro e Wilk (1965) e pode ser aplicado para amostras de tamanho  $4 \leq n \leq 2000$ , sendo uma alternativa ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (K-S) no caso de pequenas amostras ( $n < 30$ ).

Para distribuições não normais ou com amostras pequenas deve-se utilizar testes de hipótese não paramétricos. Para Favero e Belfiore (2017 p. 277-278):

O teste  $U$  de Mann Whitney é um dos testes não paramétricos mais poderosos, aplicado para variáveis quantitativas ou qualitativas em escala ordinal, e tem como objetivo verificar se duas amostras não pareadas ou independentes são extraídas da mesma população. É uma alternativa ao teste  $t$  de *Student* quando a hipótese de normalidade for violada ou quando o tamanho da amostra for pequeno, podendo ser considerado a versão não paramétrica do teste  $t$  para duas amostras independentes.

Nesse contexto, o teste  $U$  de Man Whitney será realizado para verificar se a mediana em cada formato de RV é estatisticamente diferente. Para isso, a hipótese nula é que a mediana de erro dos respondentes da RVNI é igual a mediana de erro dos respondentes da RVI. E a hipótese alternativa, é que a mediana de erro dos respondentes da RVNI é diferente da mediana de erro dos respondentes da RVI:

$$H_0: \mu_{RVNI} = \mu_{RVI}$$

$$H_1: \mu_{RVNI} \neq \mu_{RVI}$$

Além disso, por ser esta uma pesquisa mista, durante a apresentação e análise dos dados os resultados qualitativos e quantitativos serão relacionados para se obter um melhor entendimento quanto ao objeto de estudo.

## 1.5 Estrutura desta Dissertação

O capítulo 1, apresenta a contextualização sobre o objeto de estudo, assim como a justificativa e procedimentos metodológicos.

O capítulo 2 aborda e formata o histórico da Realidade Virtual, as questões sobre percepção humana e uma revisão da literatura referente ao uso desta tecnologia na área de arquitetura e urbanismo nos últimos 10 anos.

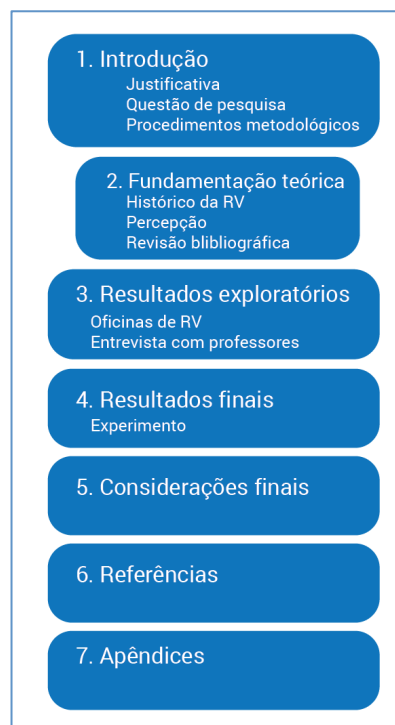
O capítulo 3 apresenta e discute os resultados dos dois primeiros procedimentos exploratórios.

O capítulo 4 apresenta os resultados referente ao experimento, e as categorias de análise definidas.

No capítulo 5 realiza-se uma reflexão sobre a pesquisa, as contribuições para a academia e para futuros estudos.

O capítulo 6, por sua vez, contém todas as referências e, finalmente, o capítulo 7, os apêndices (figura 1).

Figura 1 - Estrutura desta dissertação



Fonte: o autor

## 2 Fundamentação Teórica

A fundamentação teórica desta pesquisa inicia com uma abordagem histórica sobre a evolução da tecnologia de RV. Em seguida, aborda as questões referentes à percepção humana e suas particularidades. E, por fim, a revisão da literatura foi feita buscando definir o atual estado da arte referente a aplicação da tecnologia de RVNI e RVI de baixo custo na área de arquitetura e urbanismo.

### 2.1 Realidade Virtual

A intenção do ser humano em proporcionar a sensação de imersão nas pessoas é antiga. Artistas do final da república romana já usavam artifícios em pinturas para proporcionar a sensação de imersão por meio de pinturas panorâmicas. Um legado importante que caracteriza esta técnica pode ser exemplificado pela obra do *Grande Friso* (figura 2) localizado na Villa dei Misteri (vila dos mistérios) em Pompéia, na Itália. Esta obra datada em 60 a.C. é composta de pinturas realistas de personagens em tamanho real, que posicionados nas quatro paredes, faziam com que as pessoas se sentissem naquele momento histórico retratado. Para causar mais a sensação de presença, os artistas representavam de forma ilusória que os personagens de uma parede interagiam uns com os outros, (GRAU, 2007 p. 41-48).

Figura 2 - O grande Friso, Villa dei Misteri (vila dos mistérios) 60 a.C



Fonte: CAPITOLIVM Disponível em: <http://www.capitolivm.it/speciali/storia-e-leggenda-di-pompei/>  
acesso jul. 2018.

Contudo, somente no século XIX, precisamente em 1838, o físico *Sir Charles Wheatstone* criou o estereoscópio (figura 3). Acredita-se que esta tenha sido a primeira tentativa de proporcionar a sensação de profundidade (3D) em fotografias. Este dispositivo cria o efeito de profundidade porque as lentes juntam duas imagens que mediante o efeito de sobreposição criam esta impressão (WADE, 2012).

Figura 3 - Estereoscópio



Fonte: (WADE, 2012)

Entretanto, somente no século XX, por volta das décadas de 60 e 70, foi que a RV começou a ter a forma pela qual a conhecemos hoje. *Morton Heilig* criou o sensorama como proposta do cinema do futuro. O *Sensorama* (figura 4), era uma cabine que dispunha de um monitor 3D como simulador de vídeo e proporcionava estímulos sensoriais, tais como aroma, vento, e movimentos (ZEC, 2015).

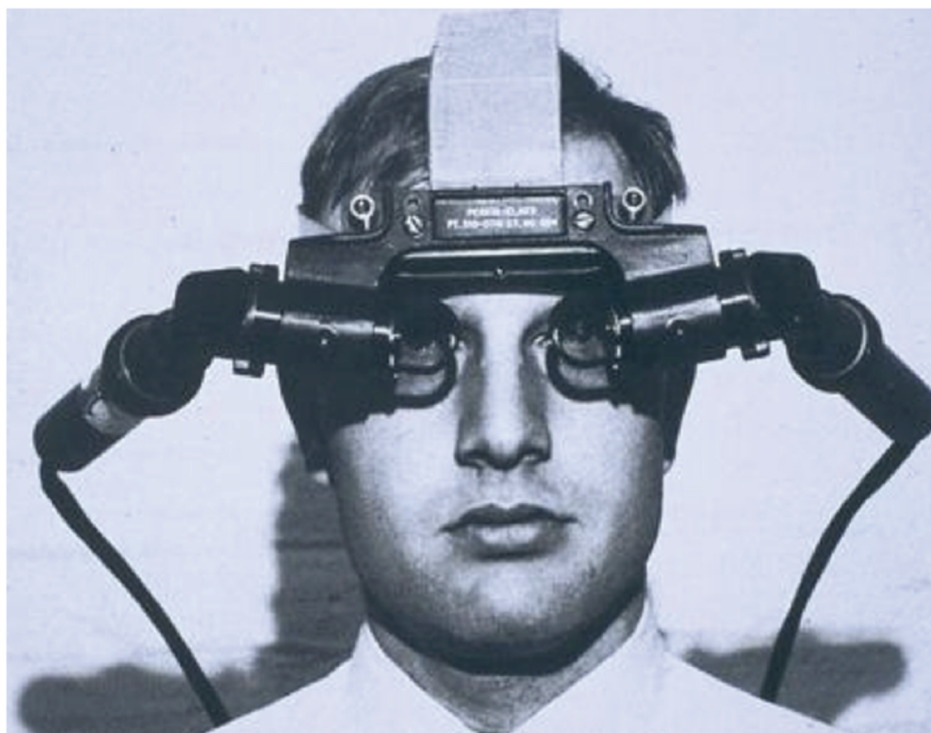
Figura 4 - Sensorama



Fonte: (ZEC, 2015).

Em 1968, *Ivan Sutherland* criou o primeiro óculos de RV, chamado de *Sword of democles* (figura 5). O dispositivo mostrava imagens geradas por computador e sistema de captura de movimentos da cabeça e pode ser considerado como o início do desenvolvimento da tecnologia de imersão (SUTHERLAND, 1968).

Figura 5 - Primeiro óculos de Realidade Virtual, criado por Ivan Sutherland



Fonte: (SUTHERLAND, 1968)

Na década de 90, com a popularização dos jogos digitais, empresas como a Nintendo e a Sega (figura 6) lançaram seus capacetes de RV com o intuito de proporcionar experiências imersivas aos usuários. Entretanto, nenhum dos dispositivos alcançou o êxito esperado e, por conseguinte, tiveram sua produção descontinuada. O fator tecnológico foi decisivo na época, pois a tecnologia não dispunha de capacidade de processamento de dados e gráficos suficientes para proporcionar uma experiência satisfatória aos usuários.



Figura 6 - Nintendo virtual boy (esquerdo), e SegaVR (direito).



Fonte: <http://web.ist.utl.pt/ist170613/>. Acesso ago/2018

Após um período de evolução tecnológica, em especial à dos jogos digitais, foi que a RVI voltou à mídia. Em 2012 a *Oculus VR* lançou o dispositivo *Oculus Rift*, e com expressiva aceitação do público marcou um novo início para a tecnologia de RV. Em seguida, diversas empresas iniciaram o desenvolvimento de dispositivos semelhantes. Assim, também, a *Google* lançou o *Google cardboard*, modelo de baixo custo, com projeto disponibilizado gratuitamente.

### 2.1.1 O que é Realidade Virtual

O termo Realidade Virtual começou a ser usado em 1987 por Jaron Lanier, fundador do *Visual Programming Lab* VBL (Laboratório de programação visual). A RV é uma tecnologia que está em ascensão e, por isso, sua definição está em constante amadurecimento.

Parisi (2015 p.9) afirma que “a RV tem uma meta: a de convencer que você está em outro lugar”. Para o autor, esta tecnologia explora artifícios visuais que “enganam” o cérebro, em especial o córtex visual e outras partes do cérebro que processam movimentos.



Seguindo o mesmo raciocínio, Kim (2005 p.3) define a RV como:

A Realidade Virtual é um campo de estudo que visa a criar um sistema que provê uma experiência sintética aos usuários. A experiência é dita como sintética, ilusória, ou virtual pois os estímulos sensoriais providos aos usuários são simulados e gerados pelo sistema. (*tradução minha*)

Para Sherman e Craig (2002 p.6), existem quatro elementos principais em uma experiência de RV: mundo virtual, imersão, feedback sensorial, e interação”.

**Mundo Virtual** – É um conjunto de objetos e cenários que juntos formam um mundo virtual que pode ou não ser uma réplica do mundo real.

**Imersão** – É a capacidade de se sentir presente em algum lugar. Esta sensação é proporcionada pela RV por meio dos estímulos visuais e pela reprodução dos movimentos do usuário no mundo virtual, causando uma sensação de se estar lá. Este efeito é comumente chamado de *senso de presença*.

**Feedback sensorial** – É a capacidade que a RV tem de reproduzir no mundo virtual, os movimentos da pessoa. O sistema de RV capta os movimentos do usuário e os reproduz no mundo virtual e, por meio de dispositivos como óculos de RV, o usuário percebe de forma visual seus movimentos. Geralmente, um sistema de RV de baixo custo capta ao menos a rotação da cabeça do usuário.

**Interação** – É a capacidade que o usuário tem de interagir com o mundo virtual, seja com os objetos ou por meio da navegação.

### 2.1.2 Sistemas de Realidade Virtual

Nuno Ribeiro (2002 p.394) nos diz que “os sistemas de RV são classificados de acordo com o grau de imersão, interactividade, realismo, e envolvimento que proporcionam ao utilizador”. Segundo o autor, essas características dependem integralmente dos dispositivos de entrada e saída que são utilizados pelo sistema de RV, bem como a capacidade e velocidade de processamento de dados suportados pela plataforma de hardware. Os sete tipos de sistemas elencados pelo autor são:

**Sistemas de simulação** – São sistemas que reproduzem simulam, ou imitam um veículo. Nesse sistema, o usuário geralmente fica sentado em uma cadeira que gera estímulos físicos enquanto conteúdos digitais são reproduzidos em telas.

**Sistemas de projeção** – É um tipo de sistema que projeta a imagem do usuário no mundo virtual por meio da técnica de *chroma-Key*. Nesse sistema, o usuário vê suas interações em uma tela de tv ou computador.

**Sistemas de Realidade Aumentada** – Esse sistema projeta conteúdos virtuais no mundo real por meio de dispositivos com câmeras que captam e geram imagens para serem visualizadas em telas de celulares ou computadores.

**Sistemas de telepresença** – Os sistemas de telepresença visam a transmitir as ações motoras e sensoriais de um usuário, de modo a permitir a manipulação de cenários remotos. Esses sistemas geralmente incluem um dispositivo robótico que reproduz as ações do usuário.

**Sistemas imersivos** – São os sistemas que envolvem inteiramente o usuário, privando-o do mundo real e oferecendo de forma visual conteúdos inteiramente gerados por computador. Esse formato de RV se dá mediante o uso de um capacete ou óculos que, através de lentes especiais, criam a sensação visual de imersão.

**Sistemas de desktop VR** – É o tipo de RV mais comum, gerado pelos dispositivos digitais como computadores, Tablets e celulares.

**Cenários virtuais colaborativos** – São os sistemas do tipo CAVE (Collaborative Virtual Environment). Esse sistema projeta imagens em parte ou em todas as paredes de um cenário, tornando possível que mais de um usuário possam ver e interagir com os conteúdos virtuais.

### 2.1.3 Dispositivos de Realidade Virtual

Os óculos de RVI ou *HMD (head mounted display)* são dispositivos de entrada e saída de dados pois captam os movimentos da cabeça do usuário (entrada de dados) e enviam para o sistema de RV, que por sua vez reproduz os movimentos do usuário no display (saída de dados).

Existem diversos modelos de óculos de RVI, cada um com particularidades específicas como campo visual, conforto, e qualidade de imagem e modo de interação. Os de formato desktop imersivo, como o *Oculus Rift* e *HTC Vive* (figura 7) funcionam conectados a um computador que processa os dados da aplicação.

Ambos os dispositivos oferecem um campo visual de 110° na vertical, o que fica abaixo do campo visual normal do ser humano (180°).

Figura 7- Oculus Rift (esquerda) e HTC Vive (direita)



Fonte: [www.oculus.com](http://www.oculus.com) e [www.htc.com](http://www.htc.com)

Em 2018 foram lançados os dispositivos de RVI chamados de *Standalone* (tudo junto). Esses dispositivos não precisam estar conectados a um computador para funcionar, pois tanto o hardware como o software estão integrados no dispositivo. Nesse caso, todo o sistema de RVI está dentro do óculos, como tela, processador e, em alguns casos, a capacidade de captar os movimentos corporais do usuário. Das empresas citadas anteriormente, destacam-se o Oculus Go e Vive Focus (figura 8). Assim como os anteriores, essas tecnologias proporcionam um campo de visão de 110° graus.

Figura 8 - Oculus Go (esquerda) e Vive Focus (direita)



Fonte: [www.oculus.com](http://www.oculus.com) e [www.htc.com](http://www.htc.com)

Outro formato de HMD móvel é o Google Cardboard. Esse dispositivo criado pela Google funciona juntamente com um celular que é responsável pelo processamento do conteúdo virtual e um *case* de papelão que possui duas lentes biconvexas. Esse formato de dispositivo caracteriza um sistema de baixo custo porque o projeto é gratuito e pode ser feito em casa, usando-se papelão (figura 9).

Figura 9 - Google cardboard



Fonte: [www.googlevr.com/cardboard](http://www.googlevr.com/cardboard)

Diferentemente dos dispositivos apresentados anteriormente neste subcapítulo, o Google cardboard oferece um campo visual de 90°, ou seja, 20° a menos que os outros dispositivos.

#### **2.1.4 Softwares de Realidade Virtual**

No sistema de RV, os softwares fazem o papel de criar, processar e gerar a aplicação. Programas de modelagem tridimensional, edição de imagens e ilustrações fazem parte do processo de criação destas aplicações. Os motores de jogos, conhecidos como *game engines*, integram conteúdos, tais como modelos 3D, áudios, vídeos e imagens e são responsáveis pela programação das interações entre usuário e aplicação.

Uma solução online para a integração de conteúdos e visualização de modelos virtuais em RVI pode ser feita com o site *Sketchfab*. Este site é uma plataforma de compartilhamento de modelos 3D para visualização em dispositivos com acesso à Internet, tais como celulares, Tablets, e também em computadores. O site é gratuito e a configuração e implementação dos modelos acontece de forma progressiva de modo que qualquer pessoa que esteja acostumada a interagir com sites estará apta a disponibilizar seus modelos 3D.

Como este trabalho explora a RVI imersiva de baixo custo, o site *Sketchfab* foi escolhido pelo autor para a implementação das atividades a serem investigadas. Esta escolha foi baseada no fato da gratuidade que o site oferece, facilidade de configuração, assim como a possibilidade de visualização e navegação mediante o uso de um HMD de baixo custo, como é o caso do *Google cardboard*.

## 2.2 Percepção

A percepção humana é objeto de estudo desde a época dos filósofos gregos e pensadores renascentistas justamente por terem identificado particularidades e problemas referentes à percepção humana (COREN; WARD; ENNS, 2004 p. 8) (SIMÕES; TIEDEMANN, 1985).

O mundo físico com o qual interagimos emite diversos estímulos, tais como visual, auditivo, olfativo, etc. O nosso corpo, por meio dos sentidos, capta as informações externas e envia para o cérebro. Este, por sua vez, interpreta como percepções do mundo exterior. Coren; Ward; Enns, (2004 p.1) argumentam que:

De fato, sem seus sentidos visual, auditivo, toque, gosto, e cheiro, seu cérebro, o órgão que é responsável por sua experiência consciente, seria um eterno prisioneiro no solitário confinamento do seu crânio. Você viveria em total silêncio e escuridão. Tudo seria sem sentido, cor, e sentimento (tradução minha).

Entretanto, os autores argumentam que apesar de o mundo físico nos proporcionar inúmeras formas de informações, cada indivíduo o interpreta de forma particular. Isso caracteriza a individualidade de cada ser humano. Seguindo esse mesmo raciocínio, Jerald (2016 p.59), argumenta que:

Muito do que nós percebemos é o resultado da nossa própria ficção criada do que aconteceu no passado, e agora nós acreditamos ser verdade. Nós continuamos criando a nossa realidade de acordo com que vivemos, mesmo sem nos darmos conta (tradução minha).

Diante da percepção de mundo que cada indivíduo realiza como sendo verdadeira, Jerald (2016 p.59) evidencia dois tipos de realidade: **realidade objetiva**, e **realidade subjetiva**. A realidade objetiva, é o mundo como ele é, independente de quem o vê ou sente. Segundo o autor, “é impossível para qualquer pessoa perceber a realidade objetiva como ela é” (tradução minha), pois a partir do momento em que sentimos e interpretamos, percebemos coisas diferentes e isso caracteriza a realidade subjetiva que, para o autor, é a percepção da realidade criada mediante as nossas crenças.

O fato de construirmos uma visão própria e interpretativa do mundo ao nosso redor pode ser exemplificada por meio de ilusões. O autor traz o exemplo de imagens ambíguas, representada pela figura 10.

Figura 10 – Ilusão mulher ou senhora



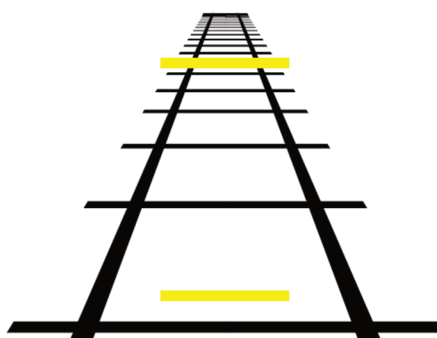
Arte criada por William Ely Hill (1887 - 1962), e mostra a capacidade de ilusão percebida pelo cérebro.

Fonte: [www.illusionsindex.org](http://www.illusionsindex.org)

Ao olhar a imagem anterior, você pode perceber uma mulher jovem ou uma senhora. De acordo com o autor, a realidade objetiva seria a pintura feita por diferentes pontos brancos e pretos, ou seja, algo que é como forma física, com diferentes particularidades de cor, textura, e forma. A realidade subjetiva, por sua vez, seria a nossa interpretação dessa imagem, que por momentos pode parecer uma jovem mulher ou uma senhora, a depender de como o cérebro interpreta essa imagem.

O autor ainda elenca outras formas de ilusões geradas pela percepção humana. A ilusão de profundidade, por exemplo, pode ser percebida em uma imagem 2D apenas pelo fato das linhas verticais estarem convergindo para o centro (figura 11).

Figura 11 – Ilusão de profundidade, na imagem do trilho de trem.



Fonte: The VR book

Desta mesma forma, podemos ter a ilusão de tamanho de acordo com os estímulos que os sentidos recebem. A lua, quando vista no horizonte, parece ser maior do que quando está em seu apogeu. Isto, devido ao fato de que ao estar no horizonte, observarmos outras formas e objetos que ao compararmos com a lua, esta parece maior do que quando está sozinha no alto do céu (JERALD, 2016).

### 2.2.1 Processos de Percepção

O cérebro é um órgão muito complexo, deste modo, não pode ser definido por meio de um único modelo ou processo de funcionamento referente a interpretação das informações advindas do mundo físico.

Com o intuito de entender os processos da percepção humana, Jerald (2016) apresenta os conceitos: *Distal Stimuli* e *Proximal Stimuli*. Para o autor, o conceito de *Distal Stimuli*, está envolvido com os estímulos que ocorrem no mundo ao nosso redor. O autor ainda faz uma ligação com o conceito de realidade objetiva, apresentado anteriormente, como sendo a responsável pela geração dos estímulos distantes, por isso o termo *Distal*, de distante. Por outro lado, o autor conceitua o termo *Proximal Stimuli* como sendo a energia gerada pelo *Distal Stimuli* que, de fato, atinge os nossos sentidos; como da audição, visão, etc.



Entretanto, referente a estes estímulos, Jerard (2016 p.71) evidencia que:

A primeira tarefa da percepção é interpretar os estímulos que ocorrem no mundo (distal stimuli), de modo que guie o senso de sobrevivência, e modelos comportamentais. O problema, é que os estímulos que atingem os nossos sentidos (proximal stimuli) não são uma fonte confiável de informações referente aos estímulos ocorridos no mundo (distal stimuli).

O autor faz esta relação entre os dois termos apresentados, pois a percepção é fruto da interpretação dos estímulos que atingem os sentidos de forma que o ser humano não tem a percepção pura da realidade (realidade objetiva). Isso acontece porque os estímulos que chegam aos nossos sentidos são uma versão pura da realidade, e a percepção, uma interpretação que depende do conhecimento expectativas, e como cada um entende o mundo.

Diante da capacidade de interpretação pessoal, e percepções geradas da realidade, Jerard (2016) classifica quatro níveis de processos perceptivos:

***Visceral Processing*** (processo visceral): está envolvido com o senso de sobrevivência. São as percepções advindas de situações de perigo, medo, etc;

***Behavioral Processing*** (processo comportamental): está envolvido com o aprendizado adquirido e conduzido pelo subconsciente. A ação de andar, está ligada com a intenção de se mover e é gerada pelo fato de o cérebro “saber andar”.

***Reflective Processing*** (processo reflectivo): está relacionado com a capacidade básica de consciência, por onde o cérebro reflete sobre algo ocorrido. O processo reflectivo, é mais lento, se comparado com o processo visceral e comportamental, pois o tempo de reação depende da capacidade de resgatar e realizar padrões neurais relativos ao que já foi aprendido.

***Emotional Processing*** (processo emocional): está ligado com os três processos anteriores e gera reações tanto físicas quanto psicológicas. Processos emocionais, estão ligados com aspectos subjetivos de valores e julgamentos, pois as emoções são melhores recordadas diante de situações semelhantes.

### 2.2.2 Percepção Visual

O ser humano se relaciona com o mundo por meio dos sentidos. A visão é o sentido responsável por transmitir ao cérebro informações relativas a cores e claridade por meio de células receptoras localizadas no interior do globo ocular (retina). Essas células são sensíveis a uma faixa de energia eletromagnética chamada de espectro vivível, ou apenas luz. Diferentes faixas de energias são interpretadas pelo cérebro como cores ou luminosidade (SIMÕES; TIEDEMANN, 1985 p. 24).

Dentre as diversas células fotossensíveis, Jerald (2016 p.86-87) destaca dois tipos: Parvo e Magno.

Parvo cells captam informações de modo mais lento que Magno cells (20ms), estas se mantem ativas, ou continuam enviando informações neurais, enquanto houver estímulo. Estas compõe um pequeno campo receptivo (área com células que ativam os neurônios) e são responsáveis pela percepção de cor. Estas qualidades resultam a Parvo cells serem otimizadas para detecção de formas, análises espaciais, visão colorida e percepção de textura. Magno cells não percebem cor, e têm uma área maior de células receptoras com rápida detecção (40 m/s) e têm, ainda, uma resposta transitória (os neurônios são ativados rapidamente quando alguma mudança acontece e param de responder). Magno cells são especializadas em detecção de movimento e mantêm operações de análises temporais, e percepção de profundidade. Neurônios Magnos, permitem ao observador perceber rapidamente grandes áreas antes de perceber pequenos detalhes (tradução minha).

Os estímulos que atingem as células da retina viajam pelos nervos ópticos para depois seguirem caminhos diferentes. O caminho ventral, que chega ao cérebro no lobo temporal, reconhece a identidade dos objetos. Já o caminho dorsal, que chega ao cérebro no lobo parietal, reconhece a localização dos objetos no mundo (JERALD, 2016 p. 88).

Gomes Filho (2000 p. 19), baseado nas leis da *Gestalt*, apresenta uma nova teoria sobre a percepção humana relacionada com o sentido da visão. Esta teoria defende que “o que acontece no cérebro não é idêntico ao que acontece na retina”, pois a percepção inicial já é da forma, global e unificada”, e não depende de associação posterior de sensações.

Os estudiosos desta teoria discorrem sobre constantes no processo psicológico de percepção da forma. Um desses estudiosos afirma que

“os Gestaltistas chamam de padrões, fatores, princípios básicos, ou leis de organização da forma perceptual. São estas forças ou esses princípios que explicam porque vemos as coisas de uma determinada maneira e não de outra (GOMES FILHO, 2000 p. 20)”

Diante destas constantes é que geramos relações entre as formas ao nosso redor. As principais constantes, segundo esta teoria, são a de segregação e unificação. Ao partirmos destas constantes, podemos entender porque a o ser humano tem “a tendência psicológica de unir intervalos e estabelecer ligações (GOMES FILHO, 2000 p. 21)”.

### **2.2.3 Percepção Espacial**

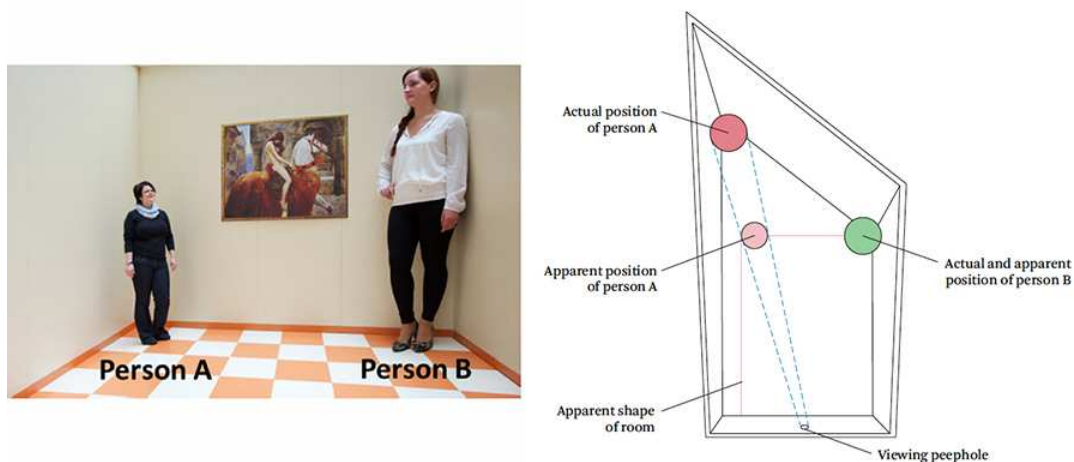
Ao olhar o mundo ao nosso redor, percebemos inúmeras entidades individuais, chamadas de objetos. Cada um destes objetos possui características próprias como tamanho, cor, textura, etc. A composição de dois ou mais objetos formam uma entidade chamada cena, ou cenário. Da mesma forma, as cenas têm suas próprias características, tais como luminosidade, relações espaciais e dimensionais (COREN; WARD; ENNS, 2004 p. 291).

A partir do sentido visual, o mundo ao nosso redor é representado por uma imagem que se forma no interior do globo ocular. Esta imagem é plana em cada um dos olhos, entretanto, o cérebro, ao juntar estas duas imagens, cria uma imagem tridimensional. A iluminação, ou a fonte de luz de uma cena, nos ajuda a identificar a direção das faces dos objetos. A luz quando atinge um objeto reflete para a cena e gera informações secundárias. De acordo com a propriedade do objeto, este pode absorver ou refletir a luz de diferentes modos e em diferentes regiões. Isto faz com que percebamos faces com diferentes tonalidades, mesmo quando o objeto tem somente uma cor. A forma com que o objeto reflete ou absorve a luz também nos ajuda a identificar a orientação do objeto relativo ao mundo. A posição no mundo da qual vemos os objetos e as cenas também interfere na nossa percepção de espaço, uma vez que luz que chega aos nossos olhos vem de direções diferentes, e

isso causa uma mudança na imagem gerada no interior do olho (COREN; WARD; ENNS, 2004 p. 292-293).

Jerad 2016 reflete sobre o fato que de a informação gerada por uma imagem no interior do globo ocular pode ser má interpretada pois esta varia de acordo com a posição em que vemos o mundo. Sendo assim, o mesmo autor traz outro exemplo de interpretação ambígua, nesse caso, relacionada à percepção do tamanho de uma cena, representada pela figura 12.

Figura 12– Ilusão quarto Eaemes



À esquerda, a percepção errônea de tamanho devido ao espaço ter sido manipulado, como demonstrado pela imagem da direita.

Fonte: (JERALD, 2016 p. 66)

Na imagem anterior, é possível perceber que uma mulher é menor que a outra. Entretanto, isso fica percebido pois a origem da qual olhamos causa uma ilusão de tamanho. Esta ilusão acontece porque a cena na qual as duas pessoas estão é deformada. Neste caso, se olharmos a mesma cena, mas de outro ponto de vista, conseguimos perceber que o espaço foi manipulado.

Para Jerard (2016 p.111-112):

Múltiplas modalidades sensoriais funcionam em conjunto para nos proporcionar a localização espacial. A visão é a modalidade superior e mais precisa nas 3 direções e para longas distâncias (tradução minha).

A partir da visão e das relações dos objetos no mundo, podemos estimar medidas. Ao estimarmos a distância relativa de um objeto ao outro, no mundo, realizamos o julgamento exocêntrico (*exocentric judgement*) e, ao relacionarmos a nossa distância a um objeto no espaço fazemos o julgamento egocêntrico (*egocentric judgement*) (JERALD, 2016 p. 112).

Todavia, mesmo que a imagem gerada no interior do globo ocular, seja em duas dimensões, conseguimos ter a percepção de profundidade no mundo ao nosso redor. Isto acontece de acordo com a movimentação da nossa cabeça em relação ao mundo. Ao nos movimentarmos percebemos que os objetos distantes se movimentam de forma mais lenta que os próximos. Com isso, a junção de informações de luz, movimento e sombras, nos proporcionam a capacidade de perceber profundidade (JERALD, 2016 p. 116).

## 2.3 Revisão da literatura

A revisão da literatura visa a identificar, avaliar e interpretar estudos relevantes a uma área do conhecimento ou algum problema de pesquisa. Neste formato, a revisão da literatura oferece a possibilidade de se encontrarem pesquisas correlatas ao estudo, assim como a realização de um diagnóstico referente a área (KITCHENHAM, 2004).

Esta revisão da literatura, foi conduzida segundo as seis etapas recomendadas por Ercole; Melo; Alcoforado (2014) e Marini; Lourenco; Barba (2017):

1. Tema e questão de pesquisa
2. Critérios de inclusão e exclusão
3. Identificação dos estudos selecionados
4. Categorização dos estudos selecionados
5. Análise e interpretação dos resultados
6. Síntese do conhecimento

### 2.3.1 Tema e questão de pesquisa

A questão central desta pesquisa busca investigar as diferentes percepções que estudantes de arquitetura e urbanismo têm ao interagirem com a Realidade Virtual não Imersiva e Imersiva de baixo custo. Por se tratar de dois formatos, o imersivo e o não imersivo se faz necessário realizar um diagnóstico do atual estado em que esta tecnologia se encontra. Para esta revisão, formulou-se as seguintes questões: de que forma a tecnologia de realidade virtual imersiva e não imersiva (desktop) está sendo utilizada na área de arquitetura e urbanismo? Quais as abordagens metodológicas predominantes? Qual formato de RV predominante? Qual o formato de coleta de dados mais usado?

Foram selecionadas três bases de dados para iniciar esta revisão, sendo elas: ***CumInCAD***, ***Science Direct*** e ***Google Scholar***.

A base de dados ***CumInCAD*** incorpora artigos de diversas revistas e conferências, tais como *ACADIA*, *ASCAAD*, *CAADRIA*, *eCAADe*, *SiGraDi*, *CAAD futures*, *DDSS* e outros.

A *Science Direct* é uma base de dados completa e revisada por pares. Além de livros e artigos, essa base contém outras mídias, como áudios e vídeos.

O *Google Scholar* foi inserido na lista de bases de dados porque constatou-se que este indexava alguns artigos pertinentes a esta pesquisa, os quais não estavam indexados nas outras duas bases escolhidas.

As palavras chaves para a condução desta revisão foram definidas como: "*virtual reality*" AND "*architectural design*" AND *perception* AND OR ("*visual perception*" AND "*spatial perception*").

Ao aplicar estas palavras-chave nas bases de dados, obteve-se 635 artigos, sendo 53 advindos do *CumInCAD*, 266 da *Science Direct*, e 316 do *Google Scholar*. Esta busca ocorreu entre os meses de abril e maio de 2019. Após a seleção nas bases de dados, foram aplicados os critérios de inclusão, exclusão e de qualidade.

### **2.3.2 Critérios de inclusão e exclusão**

Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos de modo que apenas artigos relacionados ao tema de pesquisa fossem aceitos para análise. Estes critérios, foram responsáveis pelo primeiro filtro de eliminação de artigos.

#### Critérios de Inclusão:

- Artigos que envolvam a área de arquitetura e urbanismo;
- Artigos que tratem do uso, aplicação ou comparação entre RVI e RVNI;
- Artigos que abordem o uso de óculos de realidade virtual imersiva.

#### Critérios de Exclusão:

- Artigos relacionados a realidade aumentada, CAVE, telepresença e realidade mista; e
- Artigos compactos.

O segundo filtro foi conduzido pelo critério de qualidade. Artigos que apresentaram no resumo: contextualização, metodologia, e resultados parciais,

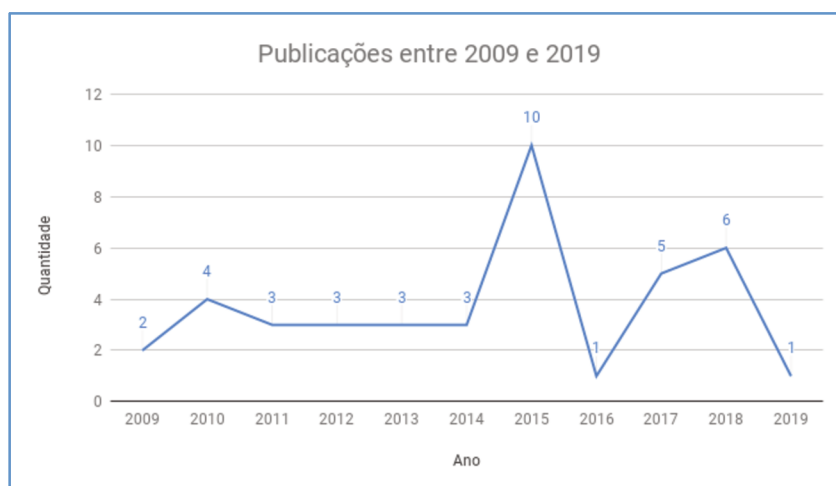
receberam nota A; artigos que apresentaram apenas contextualização e metodologia, nota B; e artigos que não apresentaram de forma clara, ao menos a metodologia e resultados parciais, nota C. Para este estudo, apenas artigos com nota A e B foram aceitos para análise.

Após a aplicação dos critérios apresentados, sobraram 50 artigos. Todos os artigos advindos da base *Science Direct* (10) estavam duplicados, de modo que, para a análise final sobraram 44 artigos; 19 da base *CumInCAD* e 25 do *Google Scholar*, para leitura integral e extração de dados. A compilação dos artigos aceitos para a análise integral, pode ser conferida no apêndice 7.1 deste trabalho.

### 2.3.3 Identificação dos estudos selecionados

Dos estudos selecionados para análise, 17 foram referentes a pesquisas utilizando a RVNI, e 23 a RVI. Referente à abordagem metodológica, 23 estudos foram quantitativos, 11 qualitativos, e 7 de métodos mistos. A forma de coleta de dados variou entre: questionário (34), questionário e tarefa (3), questionário e entrevista (1), e simulação (1). A figura 13, apresenta a quantidade de publicações referente a percepção espacial e visual, entre os anos de 2009 a 2019.

Figura 13– Quantidade de publicações entre 2009 e 2019



Fonte: o autor

Como relatado na fundamentação teórica, onde o autor faz um resgate da evolução da tecnologia de RV, em 2012, a Oculus VR lançou o Oculus Rift. Este



acontecimento marcou o que se pode dizer de o novo início da RV porque, diante disso, outras empresas apostaram no desenvolvimento de dispositivos semelhantes. Ao olhar a imagem anterior, nota-se que o número de publicações referente à área de estudo desta pesquisa estava entre duas e quatro, por ano. A partir de 2012, os números se mantiveram estáveis, porém, em 2015, elevou-se para 10. Ao olhar o gráfico, é possível perceber que o ano de 2016, foi um ano atípico, haja visto que apenas uma pesquisa foi publicada nessa área. Após 2016, os índices voltaram a se elevar, mas não passaram de 6.

Os 44 artigos selecionados foram divididos em 5 categorias para análise, de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 - Relação de categorias e seus autores, dos artigos selecionados

Categoria	Autores
Aplicação no ensino	(EREN; DÜZENLI; YILMAZ, 2018) (CHANG, 2014) (CALVO et al., 2018) (ROUPÉ; GUSTAFSSON, 2013) (ANGULO, 2015) (ABDELHAMEED, 2013) (LEE; CRILE; SCHERER, 2018) (MEMIKOĞLU, 2014) (MENEZES; MURILO; RAMOS, 2018) (HERMUND; KLINT; BUNDGAARD, 2018)
Uso em projeto	(ZAMAN; CASALEGNO, 2015) (KLERK et al., 2019) (HEYDARIAN et al., 2015) (RAHIMIAN; IBRAHIM, 2011) (KOUTSABASIS et al., 2012) (SHAKIBAMANESH, 2014) (ALATTA; FREEWAN, 2017) (KIM et al., 2013) (MALARD; KÖLLN, 2010)
Estimação de medidas	(STEINICKE et al., 2009) (STEFANUCCI et al., 2015) (RIES et al., 2009) (RAGAN et al., 2012) (PHILLIPS et al., 2010a) (PHILLIPS; INTERRANTE, 2011) (PARAISO; INTERRANTE, 2017) (KOUZELEAS; MAMMOU, 2012) (RENNER; VELICHKOVSKY; HELMERT, 2013) (SALEEB, 2015) (USMAN; HAWORTH; BERSETH, 2017)
Particularidades da tecnologia de Realidade Virtual	(VASYLEVSKA; PODKOSOVA; KAUFMANN, 2015) (DOKONAL et al., 2016) (KREUTZBERG, 2014) (RAHMANI ASL et al., 2015) (YOON; CHOI; OH, 2015) (PAES; ARANTES; IRIZARRY, 2017b) (MAHMOUD, 2011)

Fonte: Autor

A categoria de aplicação da RV no ensino obteve 10 publicações, seguida pela de uso em projeto (9), estimação de medidas (12), e a de particularidades da tecnologia de RV (7). Cada categoria a seguir realiza uma síntese dos estudos selecionados.

### 2.3.4 Aplicação no ensino

Nota-se que a RV está presente em diversos contextos dentro da área de arquitetura e urbanismo, entretanto, na maioria das vezes, aplicada em fases finais de projeto ou para vendas (ANGULO, 2015).

O computador (RVNI) facilita processos relativos a ideação, porém, quando se trata de visualizar diferentes estágios de um projeto, a RVI pode servir como uma ferramenta de simulação e, assim, oferece vantagem aos métodos não imersivos (EREN; DÜZENLI; YILMAZ, 2018).

Abdelhameed (2013) em sua pesquisa, contextualiza a teoria do conhecimento construtivista. Esta teoria evidencia que as pessoas adquirem conhecimento através da experiência. Com isso, o autor sugere que a RV pode ser uma ferramenta de simulação viável para o ensino de projetos, uma vez que os cenários virtuais não dependem das leis da Física. Diante disso, seria possível simular situações que na realidade concreta não o seria. Em sua pesquisa, o autor implementou em uma disciplina de projeto a RV durante o desenvolvimento de ideias. De acordo com o autor, os alunos que tiveram a experiência imersiva tiveram mais facilidade para entender as formas e, com isso, realizaram melhores soluções.

Numa pesquisa semelhante Lee; Crile e Scherer (2018) também concluíram que quando aplicada em disciplinas de projeto, os alunos que tiveram contato com o modo imersivo de RV tiveram melhor desempenho dos que apenas visualizaram na tela do computador.

Em sala de aula, a RV além de ser uma ferramenta auxiliadora no processo perceptivo de projeto, também pode se tornar uma forma de avaliação por parte do professor.

Roupé e Gustafsson (2013) sugerem que a RV pode servir para o professor monitorar a evolução do aluno, porém, de uma perspectiva mais intimista do projeto.

Memikoglu (2014) , por sua vez, explora as funcionalidades do aplicativo Second Life com a intenção de melhorar a percepção de escala dos estudantes. A autora sugere que, mesmo pelo formato não imersivo, os estudantes podem se beneficiar porque a navegação e a manipulação de formas no cenário virtual em 3D

se torna mais eficiente que simplesmente observar uma imagem estática na tela do computador.

Roupé e Gustafsson (2013) também relacionam o fato de que a navegação em cenários virtuais favorece a melhoria na percepção espacial. Além disso, os autores argumentam que a RV, quando formatada para o modo colaborativo, pode favorecer a apresentação e discussão de ideias com mais de um profissional, o que pode gerar melhores soluções de projeto.

### **2.3.5 Uso em projeto**

O desenho à mão e a maquete em escala são técnicas tradicionais usadas em diversas fases de projeto de arquitetura e urbanismo. De igual modo, a RVI também pode ser usada em diversas fases de projeto, entretanto, percebe-se que seu uso está mais ligado com à visualização de etapas finais.

A RVI se mostra vantajosa em relação aos métodos tradicionais. Na RVI, não existe limite de materiais e espaço, tal qual se observa no uso dos métodos tradicionais, nos quais é preciso realizar um planejamento de execução para não haver desperdícios.

Outro fator que coloca a RVI a frente dos métodos tradicionais é que a RVI coloca o projetista dentro do projeto e, assim, oferece a visão de escala humana (KLERK et al., 2019) (ALATTA; FREEWAN, 2017).

Heydarian et al. (2015) defendem o uso da RVI em estágios iniciais de projeto justamente porque essa tecnologia coloca o projetista na visão de escala humana. Esses autores sugerem este tipo de uso porque os estágios iniciais de projeto são propícios para se identificarem equívocos e, assim, amplia-se a possibilidade de se antever problemas futuros e, com isso, elaboram-se projetos mais eficientes.

Rahimian e Ibrahim (2011) também justificam o uso de RVI em estágios iniciais de projetos. Esses autores argumentam que as chances de se explorarem soluções e corrigirem-se erros é crucial.

Shakibamanesh (2014), por sua vez, salienta o uso de RVI no urbanismo. O autor alega que, além de apenas visualizar conteúdos virtuais, essa tecnologia torna possível avaliarem-se projetos a partir de uma perspectiva pessoal.

Koutsabasis et al. (2012) e Zaman e Casalegno (2015) defendem o uso da RVI em estágios iniciais de projeto de modo colaborativo. Os autores sugerem que a colaboração em tempo real e em diferentes estágios de projeto acarreta em soluções mais eficazes.

### **2.3.6 Estimação de medidas**

A estimação de medidas foi uma categoria criada tendo em vista o número de artigos relacionados a este aspecto. Esta foi a terceira maior leva de pesquisas encontradas, com um total de 9 artigos.

Phillips e Interrante (2011) evidenciam que em cenários virtuais imersivos, as pessoas tendem a perceber medidas como menores, quando comparadas com o mundo real. Os autores, sugerem que quanto mais o cenário virtual se assemelha com o mundo real, mais as pessoas têm a ligação com a realidade e conseqüentemente percebem medidas e distâncias de forma mais acurada.

Saleeb (2015) e Phillips et al. (2010b) compararam a percepção de escala entre um cenário real e a representação no virtual. Os autores questionaram aos alunos quantas mesas poderiam ser postas de modo a completar uma sala em sua largura. Os autores evidenciam que no modo virtual, os alunos perceberam o cenário virtual como menor que a realidade. Fatores ambientais, como a iluminação, alteraram a percepção dos usuários. No cenário virtual, mais claro, os usuários tiveram rendimentos melhores

Stefanucci et al., (2015) argumentam que em área como arquitetura, urbanismo e engenharias, a percepção acurada de medidas é algo importante, pois a interpretação errônea destas particularidades, pode acarretar em erros difíceis de serem consertados. Entretanto, este efeito acontece mesmo nos formatos não imersivos.

Na pesquisa dos autores mencionados anteriormente, foi comparada a fidelidade de percepção de objetos em telas de computador, com e sem o efeito de 3D.

Os autores confirmaram que no modo não imersivo as pessoas percebem os objetos como menores, porém, ao adicionar o efeito de 3D, a percepção de profundidade favoreceu à percepção espacial.

Phillips et al., (2010a) sugerem que a estimação de medidas acontece de forma mais acurada em cenários virtuais que sejam réplicas de cenários reais com os quais as pessoas já tiveram contato. Os autores também relatam o fato de que quanto mais fidedignos os movimentos do usuário forem representados no mundo virtual, melhor este perceberá as medidas. Outro fator apontado pelos autores é a representação do usuário no mundo virtual, por um avatar. Quando o usuário “se vê” no mundo virtual, mesmo que por um avatar, a experiência se torna mais fluida e, conseqüentemente, o usuário consegue ter percepções mais acuradas.

Também, em relação à adição de avatares no mundo virtual para que o usuário tenha uma ligação com o mundo real, Ries et al., (2009) e Ragan et al., (2012) demonstram que a adição de avatares favorece para o usuário ter melhor percepção espacial.

Paraiso e Interrante, (2017) realizaram uma pesquisa experimental, na qual eles adicionavam 3 formas de avatares: não realista, animado e estático.

Contrariando as evidências dos outros autores, referente a adição de avatares, Paraiso e Interrante (2017) concluíram que a adição de avatares não favoreceu uma melhor percepção espacial.

No caso específico do avatar animado, os usuários estranharam o fato de a animação não condizer com a realidade, e por não ser realista.

Os autores ainda relatam que a adição de um avatar realista quanto à aparência e movimentação ainda é uma tarefa difícil, haja visto a complexidade de projeto.

### **2.3.7 Particularidades da tecnologia de Realidade Virtual**

Kreutzberg (2014) relata que a partir do lançamento do Oculus Rift, em 2012, a tecnologia de RVI evoluiu consideravelmente. Diante disso, diversos aspectos relativos à percepção do usuário quanto ao mundo virtual entraram em questão. Esse autor argumenta que a altura dos olhos no mundo virtual deve ser a mesma que na realidade, pois como a RVI representa como se a pessoa estivesse olhando por ela mesma, se seus olhos estiverem mais altos, ela ligeiramente percebe e isto pode gerar desconforto. O autor também demonstra que a presença de silhuetas humanas no mundo virtual faz com que o usuário tenha uma referência conhecida, para se familiarizar com o mundo virtual. Da mesma forma, sombras potencializam

a percepção de profundidade e cores e texturas geram melhor entendimento sobre materiais.

Dokonal et al., (2016) evidenciam que a evolução de celulares do tipo *smart phone*, favoreceu o aparecimento do formato de RVI de baixo custo, pois os formatos de RVI em ascensão correspondiam a dispositivos caros. Neste formato de baixo custo, o celular se torna o responsável pelo processamento da aplicação e, como a quantidade de celular por pessoa tem crescido, este formato poderia se tornar mais popular. Entretanto, como os celulares tem uma capacidade de processamento inferior a computadores, o formato de baixo custo carece de capacidade de captura de movimentos, interação e complexidade de mundos virtuais.

No aspecto de movimentação em mundos virtuais, Vasylevska, Podkosova, e Kaufmann (2015) e Mahmoud (2011) argumentam que para se ter uma experiência em RVI de qualidade a movimentação do personagem virtual deve ser condizente com a movimentação do mundo real. Com isso, os autores recomendam que o ato de andar seja o modo de locomoção mais indicado, entretanto, este formato só é possível em dispositivos mais avançados, o que tira de questão o formato de baixo custo. Mesmo assim, os dispositivos de alto custo, os quais fazem a captura real dos movimentos do usuário e os reproduz no mundo virtual, precisam não somente de investimentos elevados em dispositivos de RVI, mas também em espaço físico; uma vez que o usuário necessita de um espaço adequado para movimentar-se. Na impossibilidade de sistemas de alto custo, os autores recomendam outros formatos de navegação, como o de teletransporte, portais e vôo.

Rahmaniasl et al. (2015) também se debruçam sobre a questão de movimentação em mundos virtuais. Nos formatos de baixo custo, apenas a rotação da cabeça é reproduzida no mundo virtual, o que impossibilita a percepção de diferentes ângulos dos objetos ao movimentar a cabeça para os lados. Nos formatos de alto custo, quando o usuário movimenta a cabeça vertical ou horizontalmente, este percebe que objetos próximos se movimentam mais rápidos e objetos distantes mais devagar. Com isto, o usuário percebe profundidade no mundo virtual.

A movimentação em mundos virtuais, quando não é fielmente representada, ocasiona um fenômeno conhecido como *motion sickness*. Este fenômeno está ligado com o sentido da visão, pois o cérebro consegue realizar previsões de movimentação, baseando nas informações advindas deste sentido. O motion

sickness, ocasiona nas pessoas diferentes sensações, como: enjôo, tontura, vômito, dor de cabeça, etc (DIZIO; LACKNER, 1992).

Yoon, Choi e Oh (2015) evidenciam que ainda é incerto os processos cognitivos que implicam na percepção de mundos virtuais imersivos, e para isso, mais pesquisas nesta área são necessárias com o intuito de entender o ser humano e com isso, aprimorar a experiência em RVI. Seguindo o mesmo raciocínio, Paes, Arantes e Irizarry (2017a) argumentam que apenas após entendermos os aspectos que regem a percepção humana é que poderemos indicar parâmetros ergonômicos, ambientais, tecnológicos e representativos e, emos explorar as potencialidades da RV.

### 3 Atividades Exploratórias

Por tratar-se de uma pesquisa de caráter exploratório, os dois procedimentos iniciais foram conduzidos de modo a aproximar o autor do contexto acadêmico, no que se refere ao uso de novas tecnologias em sala de aula, observando-se as impressões dos alunos ao interagirem com os dois formatos de RVs. Os resultados destes dois procedimentos iniciais serviram de base para a elaboração de um experimento que veio a compor os resultados finais.

#### 3.1 Oficinas de Realidade Virtual

No início desta pesquisa foi planejada a estrutura de uma oficina teórico-prática sobre realidade virtual para ser oferecida aos alunos de arquitetura e urbanismo. Esta estrutura de oficina foi aplicada duas vezes e procurou explorar as compreensões e percepções dos alunos durante a interação com RVNI e RVI.

A primeira etapa da oficina orientou os alunos sobre as origens da RV, assim como os diferentes sistemas e possibilidades de aplicação na arquitetura. Na segunda etapa, um tutorial criado pelo autor foi apresentado aos alunos (apêndice 7.2) e orientou os requisitos necessários para a preparação dos modelos 3D e a configuração para RVI. O site *Sketchfab* foi escolhido como plataforma de visualização, pois possibilita a criação de uma conta gratuita. O dispositivo de visualização escolhido foi o *Google Cardboard*, pois o autor dispunha de 5 unidades e por ser um óculos de RVI de baixo custo.

A oficina recomendou a criação de grupos de até 3 pessoas para o desenvolvimento do projeto, sendo, entretanto, possível a realização da atividade individualmente. Durante esta atividade, o autor se manteve atento aos questionamentos e observações dos alunos para perceber as reações, percepções e opiniões dos participantes.

No final da oficina foi disponibilizado um questionário online com questões abertas e com escalas de 1 a 5 para avaliar as diferentes opiniões. A análise dos dados obtidos é relacionada com o resultado quantitativo e observações qualitativas.

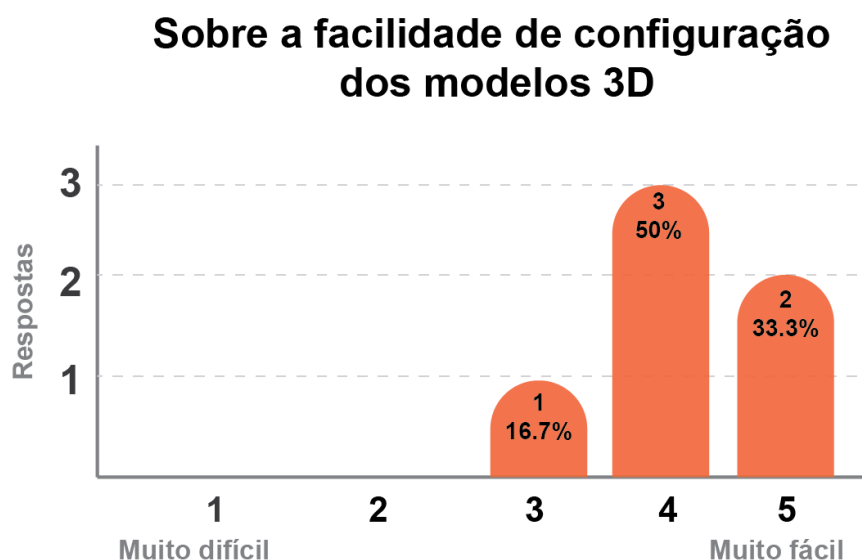


Durante uma semana da arquitetura, no ano de 2018, ocorrida entre os dias 17 e 24 de maio, foram aplicadas duas oficinas. Um total de 12 participantes, sendo 11 mulheres, e um homem.

Dos 12 participantes, 6 deles já haviam tido contato com a tecnologia de RV e relataram terem visto informações sobre esta tecnologia na internet, redes sociais, jogos digitais e em uma imobiliária.

Foi questionado aos alunos sobre a dificuldade de configuração dos modelos 3D no site *Sketchfab*. Os alunos puderam responder pela escala de 1 a 5, onde 1 correspondeu a muito difícil, e 5 muito fácil. Dois alunos responderam como muito fácil, 3 relativamente fácil, e um como fácil (figura 14).

Figura 14 - Dificuldade de configuração dos modelos 3D.



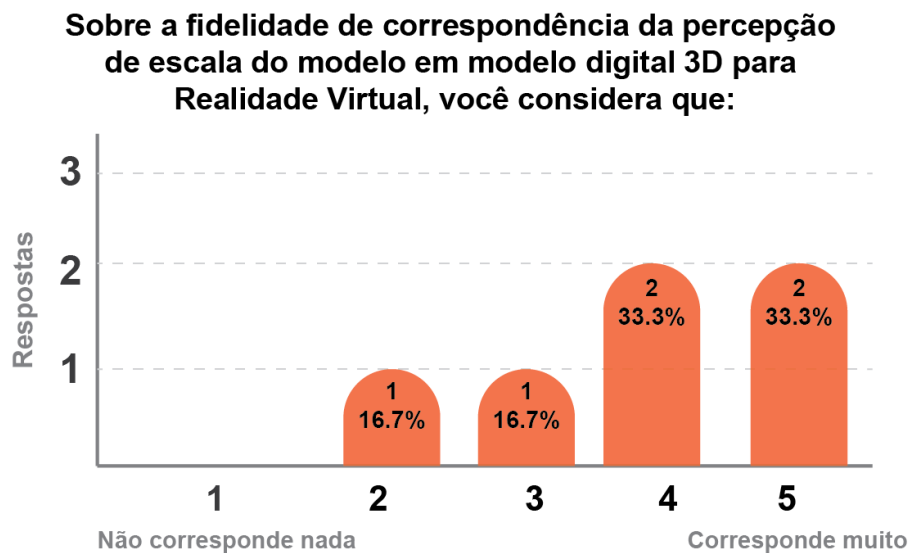
Fonte: Produzido pelo autor

Acredita-se que os resultados foram positivos em relação a esta pergunta, pois os alunos já tinham familiaridade com programas de modelagem 3D. Da mesma forma, a relação com o site *Sketchfab* obteve resultados relevantes, pois a configuração dos parâmetros para RVI são auto explicativos.

Outro aspecto relevante refere-se à questão relativa à percepção de escala que os alunos tiveram antes e depois de visualizar em RVI. Na escala, os alunos puderam responder entre 1 (não corresponde nada) e 5 (corresponde muito).

Cinco dos alunos (83.3%) reportaram que a percepção correspondia no modo imersivo, sendo que apenas 1 aluno (16.7%), reportou que a percepção correspondia parcialmente (figura 15).

Figura 15 - Correspondência do modelo em RV imersiva, comparado ao digital



Fonte: produzido pelo autor

Os relatos a seguir apresentam suas impressões de escala:

E1: Acredito que a escala é condizente com a realidade;

E2: O modelo VR parece menor que o da maquete;

E3: Sem um referencial, é mais difícil compreender a escala. Seja no modelo 3d, ou na realidade virtual;

E4: No 3D imaginamos uma grande sala mas, quando passamos para o óculos, ela parecia menor do que havíamos projetado. Foi necessário o uso de referenciais para entendê-la;

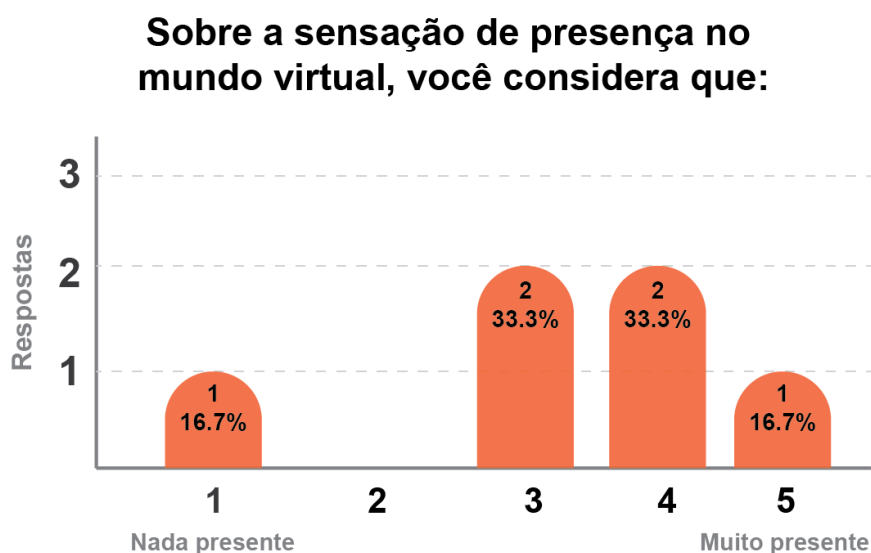
Com os relatos apresentados, nota-se que a percepção de escala varia entre os modos de RV. E2 e E4, reportam esta diferença. Isto pode estar ligado com o fator de experiência de projeto. E1, já reportou uma percepção de escala semelhante. E3 e E4 reportaram a necessidade de referências no modo imersivo para facilitar relação de escala entre os objetos.

No que se refere ao fato de que a percepção de escala é diferente entre os modos de RVs, Stefanucci et al., (2015) reforçam que ainda é incerto o fato de a

percepção ser diferente no modo virtual, mesmo quando as condições são favoráveis. Diante destes fatos, os mesmos autores, relacionam fatores que auxiliam a percepção de escala em mundos virtuais, dentre os quais destacam-se a presença de objetos com medidas conhecidas que, no mundo virtual, favorece uma melhor percepção espacial. Isso explica a indagação dos alunos quanto à necessidade de elementos como referência.

Os alunos foram questionados sobre a sensação de estar presente no mundo virtual imersivo. Eles puderam responder entre 1 (nada presente) e 5 (muito presente). Cinco dos alunos consideram um elevado grau de sensação de presença. Apenas um aluno considerou não se sentir nada presente (figura 16).

Figura 16 - Sensação de presença no mundo virtual.



Fonte: produzido pelo autor

Diversas pesquisas apontam que, no modo imersivo, a sensação de presença é mais elevada que no modo não imersivo (PAES; ARANTES; IRIZARRY, 2017b) (LEE; CRILE; SCHERER, 2018) (LEE; CRILE; SCHERER, 2018), o que pode justificar os resultados destes alunos, uma vez que somente um aluno reportou baixa sensação de presença.

Foi perguntado aos alunos acerca da importância da representação dos materiais e texturas no entendimento da escala e do espaço.

E3: Sim, é de suma importância um referencial para que seja possível uma comparação de tamanhos e para maior compreensão da escala.

E6: O uso de referenciais me ajudou, as texturas ajudam só quando possuem objetos que já sei o tamanho, ex: tijolos

Estes relatos reforçam que a presença de elementos conhecidos, no mundo virtual, favorece para uma relação entre os objetos e, conseqüentemente, para a compreensão dos demais.

A última pergunta feita aos alunos procurou explorar a opinião deles em relação ao formato da oficina.

E1: O processo foi eficiente, gostaria de ter tido mais tempo na oficina;

E3: A oficina foi incrível, poderiam ser realizadas com mais alunos da arquitetura, principalmente os de fases iniciais, pois creio que a grande maioria das pessoas que fez a oficina já estavam mais adiantadas no curso. Sobre o processo de projeto, ao invés de realizar uma maquete sobre um cenário livremente criado com formas e materiais abstratos preferiria algo bem concreto para que se tivesse uma noção melhor da diferença entre realidade e virtualidade. Por exemplo: modelar a sala que se encontra, nas medidas exatas para verificar como é a percepção de um mesmo ponto no espaço, com o óculos e sem ele (realidade física). No mais, agradeço pelos ensinamentos, a parte histórica e de conceituação, mais a parte das ferramentas foram essenciais para a oficina. Gostei bastante;

E6: No geral, achei a oficina bem dinâmica e objetiva... me senti bastante satisfeita com o resultado;

### **3.1.1 Considerações sobre as oficinas**

As oficinas foram realizadas para aproximar o autor de um contexto real de aplicação da tecnologia de RVI e não imersiva, com alunos de arquitetura e urbanismo. De acordo com os relatos dos estudantes, nota-se que a RVI tem um impacto relevante na percepção de escala dos modelos 3D, durante o desenvolvimento das oficinas. Isto ficou evidente pois, nas falas dos estudantes, a diferença de percepção entre cada modo de visualização foi comprovado. Isso reforça a constatação de pesquisadores que evidenciam o uso da RV durante as etapas iniciais de projeto, pois a possibilidade de navegação e interação com o

modelo virtual, aproxima o projetista da sua ideia, favorecendo para tomadas de decisões (ALATTA; FREEWAN, 2017), (CALVO et al., 2018).

Visando à obtenção de resultados mais específicos, referentes a cada forma de percepção, a aplicação de um experimento mais focado em aspectos específicos se mostrou necessário. O relato do aluno E3, reforça esta necessidade:

Sobre o processo de projeto, ao invés de realizar uma maquete sobre um cenário livremente criado, com formas e materiais abstratos, preferiria algo bem concreto, para que se tivesse uma noção melhor da diferença entre realidade e virtualidade. Por exemplo: modelar a sala que se encontra, nas medidas exatas, para verificar como é a percepção de um mesmo ponto no espaço, com o óculos e sem ele (realidade física).

### 3.2 Entrevista com professores

O segundo objetivo específico deste trabalho buscou investigar a relação dos professores com o uso de novas tecnologias em sala de aula e os questionamentos dos alunos sobre percepção espacial e visual.

Desenvolveu-se uma entrevista semiestruturada contendo duas etapas (apêndice 7.3). A primeira, com perguntas abertas, e a segunda, após o professor interagir com uma aplicação de RVI; semelhante a que os estudantes criaram na oficina. Os resultados destas entrevistas serviram de base para o planejamento do experimento final.

As conversas com os professores foram gravadas em áudio e transcritas para posterior análise e extração de relatos relevantes. Para uma melhor abordagem das falas coletadas, optou-se por dividir em três categorias de assuntos, sendo: **relação com as tecnologias digitais, ensino de percepção espacial e visual, cenário ideal para o ensino e cenários em RVI para experimento.**

#### 3.2.1 Relação com as tecnologias digitais

Durante as conversas com os professores, notou-se que o uso de tecnologias digitais em sala de aula é pouco explorado. Um aspecto reportado foi a necessidade de especialização dos professores, pois o domínio da tecnologia é um fator que

depende do incentivo da instituição ou de iniciativa própria. Desse modo, deixar a cargo do estudante aprender sozinho, seria uma carga elevada de conhecimento.

“Eu acho que as tecnologias de ponta, sendo mais específico, ainda são pouco exploradas no nosso curso. Acho que em todas as disciplinas, pelo menos nas disciplinas de ateliê de projeto, e de urbanismo. São várias as dificuldades. Uma delas é que os professores precisam dominar essa tecnologia, porque senão, acaba jogando muita carga em cima do aluno. (Professor a)

Por outro lado, na tentativa de aplicar as tecnologias digitais nas aulas, os professores enfrentam dificuldades referentes a estrutura física, tais como poucas tomadas elétricas, precário acesso à internet, etc. O conhecimento prévio de programação também se destaca como um obstáculo, pois o currículo do curso não prevê suporte quanto a esse tipo de conteúdo.

“A modelagem paramétrica por exemplo, tem uma dificuldade em relação a formação dos estudantes e do curso inteiro. Se você não tem matemática, não tem cálculo, não tem lógica... é complicado ensinar pros estudantes ou inserir no meio de uma disciplina no nada, este tipo de conteúdo... Os alunos de graduação não conseguem acessar a internet na sala de aula, não tem tomada...” (Professor b)

Nota-se por meio das falas que os meios tradicionais de ensino, como desenho, confecção de modelos físicos e a experimentação, são amplamente utilizados. Entretanto, os alunos reportam questionamentos sobre estes métodos tradicionais e muitas vezes tendo preferência pelos meios digitais.

“Na verdade, a única coisa que eu sinto e posso dizer, é que existe um questionamento constante dos alunos: porque que eu tenho que aprender a desenhar a mão, se eu vou usar um software? É muito difícil responder essa pergunta plenamente, pois eu teria que ter um conhecimento de cognição, para responder.” (Professor c)

Contudo, como reportado por um dos docentes, o desenho a mão é importante, pois, ao aprimorar esta habilidade o aluno, consegue operar os programas que, por sua vez, se tornam uma ferramenta auxiliar.

“Eu vejo que o aluno que sabe fazer à mão consegue operar com o software. Porque o software é uma ferramenta e você tem que saber usar, porque ele vai obedecer a comandos.

(Professor d)

### **3.2.2 Ensino de percepção espacial e visual**

A abordagem para o ensino e aprimoramento relativos a percepção espacial e visual acontece de modo experimental, seja pela observação de situações reais ou pelo conhecimento das proporções do próprio corpo.

“Por exemplo, eu tenho uma aula de desenho da figura humana e nessa aula eu gosto muito de falar nisso, porque o desenho da figura humana é essencial para entender a escala de um projeto. Como que é que eu vou entender a escala daquele pórtico dentro da cidade, ou dentro de um contexto específico? O ideal é colocar uma escala humana, uma pessoa ou uma criança, quanto mais pessoas colocar melhor. Então eu falo para eles: você vai fazer uma perspectiva com dois pontos de fuga, que é a perspectiva mais próxima que a gente tem da fotografia, e você vai se colocar na altura da pessoa que ta na calçada olhando para esse edifício. Aí tu vais ter a sensação correta do que é a relação do edifício com o pedestre.” (Professor c)

Da mesma forma, existem situações que o aluno precisa refletir sobre proporções maiores, como no urbanismo. Ainda assim, a abordagem para sanar estas questões partem de simulações reais.

“Então, era muito comum por exemplo, eles fazerem uma proposta, um caminho secundário com 15 metros de largura. Aí a gente simulava, onde seriam 15 metros? Olha, 15 metros daria daqui até aquela parede lá. O que você acha de um caminho desse? Então fazer essa associação, entre o desenho e o espaço no qual ele estavam, ajuda eles a entender a escala das coisas. Agora, eu que trabalhado com escalas maiores, ou

seja, bairros inteiros, já é bem mais difícil fazer essas associações.”  
(Professor a)

“Usa a trena... Pega um espaço livre, põe a trena e faz as pessoas caminharem para entenderem os espaços. Faz simulação, põe um aluno do lado do outro e tenta andar no meio, se tiver estreito não passa... Você tem que explicar para eles: olha o espaço está amplo. Eles não percebem tanto, é só quando você explica.” (Professor b)

“Falta senso crítico para eles, você tem que falar para eles: olha não tá uma sensação de amplitude muito grande? Ou, não tá muito estreito?”  
(Professor a)

### 3.2.3 Cenário ideal para o ensino

O modo experimental fica marcado como a opção mais ao alcance dos professores. Porém, como destacado por eles, existem diversas dificuldades a serem superadas, como acesso à Internet, licenças de programas, conhecimento prévio por parte dos estudantes e, ainda, espaço físico de qualidade. Como cenário ideal para o aprimoramento da percepção espacial e visual, um docente sugeriu a existência de um cenário específico na instituição para a experimentação, com mesas, cadeiras e outras estruturas .

“O desenho é bom, mas o meu sonho de professora, é ter um cenário que eu pudesse montar. Por exemplo, eu estou fazendo um *layout* de um restaurante, então, poderia ter um espaço com mesas e cadeiras, em que eu pudesse aproximar ou afastar, e mostrar para eles poderem sentir como é que é a circulação entre os objetos.” (Professor b)

Entretanto, o acesso à internet destacou-se mais de uma vez. Muitos programas gratuitos de edição de textos e de imagens demandam acesso à Internet. Mesmo no celular, aplicativos de medição e captação de dados requerem de acesso rápido para funcionarem.

“Na verdade, o primeiro cenário é ter conexão de Internet para todo mundo, e com qualidade. Tomadas na sala de aula, laboratórios equipados, porém, na verdade, laboratório com computadores é muito



relativo, porque, a maioria dos alunos já tem um notebook.” (Professor c)

### 3.2.4 Cenários em RVI para experimento

A última etapa da conversa foi conduzida após cada professor interagir com uma aplicação de RVI, semelhante à que os alunos criaram na oficina, conforme relatado no capítulo anterior. Esta interação prévia foi importante para os professores entenderem como a RVI funciona e imaginarem cenários virtuais para testar com os alunos.

Dois dos professores salientaram que este tipo de interação em RVI poderia ser efetiva, em etapas iniciais de projeto, para se entender volumes e espaços. Este tipo de uso da RVI corrobora com o estudo dos autores Heydarian et al., (2015) no que se refere ao uso nos estágios iniciais de projeto, pois possibilita a simulação de cenários reais e proporciona a sensação de presença equivalente a um espaço físico já construído. Ainda, os autores, salientam que este tipo de simulação nos estágios iniciais de projeto é importante na medida em que possibilita inúmeras simulações e, conseqüentemente, melhores soluções para os usuários finais.

“Eu acho que em várias situações. Mas eu acho que tem que ser utilizado desde o início do processo de projeto... para eles comecem a entender as dimensões só dos volumes, no início.” (Professor b)

“Talvez, fazer algum tipo de modelo relativamente simples pode ser um modelo de estudo mesmo. Sem ser muito elaborado, já dá para ter essas principais percepções.” (Professor b)

“Perceber os espaços, se é muito largo, muito vazio. Não precisa ter o projeto todo pronto pra usar a realidade virtual, pode usar desde o começo, não precisa ser um negócio perfeito.” (Professor a)

Como relatado no segundo tópico deste capítulo, os professores exploram situações reais para que os alunos entendam proporções, espaços e medidas. Partindo disso, foi sugerida a possibilidade de simular cenários para o aluno entender a relação entre volumes de edificações e espaços inteiros.

“Modelar várias situações para as pessoas virem, sabe. Você pode usar isso em várias escolhas, desde o volume da edificação inteira, até o volume num espaço livre, para entender as dimensões.” (Professor b)

Noutro momento, um dos professores sugere a simulação de um cenário virtual mais complexo. Neste caso, não somente a visualização de edificações, mas também o aluno poderia entender a relação entre vegetação, calçada, rua, etc. Tudo isso com o intuito de favorecer o processo de tomadas de decisões:

“Eu acho que isso, uma caixa de rua, um canal de rua, em que ele possa andar pela calçada, ver a altura das edificações. Se precisa ter muitas árvores ou poucas, a largura da calçada, da rua. Como é que eu me sinto andando aqui por essa calçada? Eu acho que ele poderia associar de uma maneira bem interessante.” (Professor a)

### **3.2.5 Considerações sobre conversas com professores**

Com os resultados das entrevistas, nota-se que o curso de arquitetura e urbanismo da UFSC, pouco explora as tecnologias digitais em sala de aula, devido a vários fatores já mencionados.

Um aspecto importante refere-se ao acesso à Internet, argumentado pelos professores e vivenciado pelo autor. O prédio de arquitetura e urbanismo da UFSC tem um limitado acesso à Internet, em locais como sala dos professores e salas de aula.

Por outro lado, as conversas foram muito satisfatórias em relação ao entendimento das necessidades dos alunos sobre a percepção espacial e visual. Sendo assim, o experimento deve buscar um posicionamento crítico em relação aos espaços e elementos arquitetônicos e/ou urbanísticos. Instigar os alunos a refletirem sobre: atributos dimensionais, estimativa do espaço e comparação entre o formato imersivo e não imersivo, constituem estratégias a serem consideradas na proposição do experimento final.

## 4 Atividades Experimentais

Este capítulo discute o desenvolvimento e execução do experimento realizado com os alunos. A apresentação dos dados quantitativos (escala de Likert) e qualitativos (entrevistas) são apresentados e discutidos em cada subcapítulo.

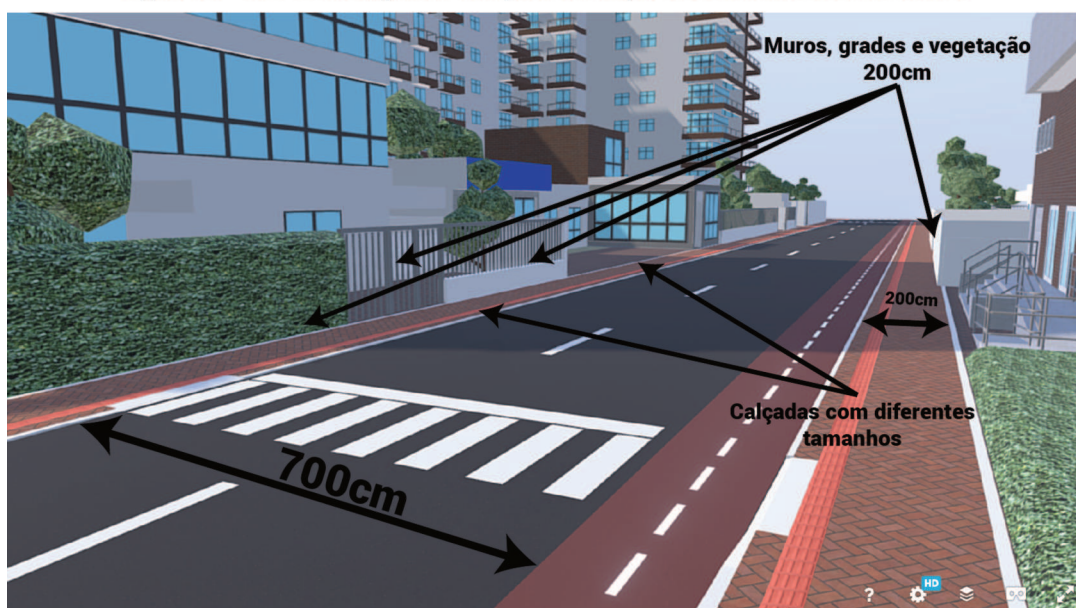
### 4.1 Experimento controlado

Este experimento foi desenvolvido a partir das sugestões dos professores visando a aferir em que cenários em RVNI e RVI poderiam funcionar para a identificar as percepções dos alunos.

Para avaliar as questões de percepção espacial e visual no campo do urbanismo, foi desenvolvido um cenário virtual equivalente a uma quadra residencial, com calçadas de diferentes larguras, muros, ciclovia, duas vias para automóveis, vegetação, e diferentes tipos de edificações.

A figura 17 apresenta os diferentes elementos que foram solicitados aos alunos para se realizar a estimativa de medidas. Esta vista também representa o ponto inicial que aluno iniciou o experimento no modo não imersivo.

Figure 17 – Elementos arquitetônicos para estimativa de medidas no cenário urbano



Fonte: O autor

Ao iniciar o experimento, o aluno ficou livre para navegar no ambiente virtual. Em diferentes momentos, o autor questionava em que parte do ambiente o aluno estava e, assim solicitava a estimativa de dimensão dos elementos arquitetônicos em questão. A imagem 18 apresenta os diferentes ângulos que o aluno pôde posicionar a câmera durante a interação no computador.

Figura 18– Diferentes ângulos de visão do cenário urbano



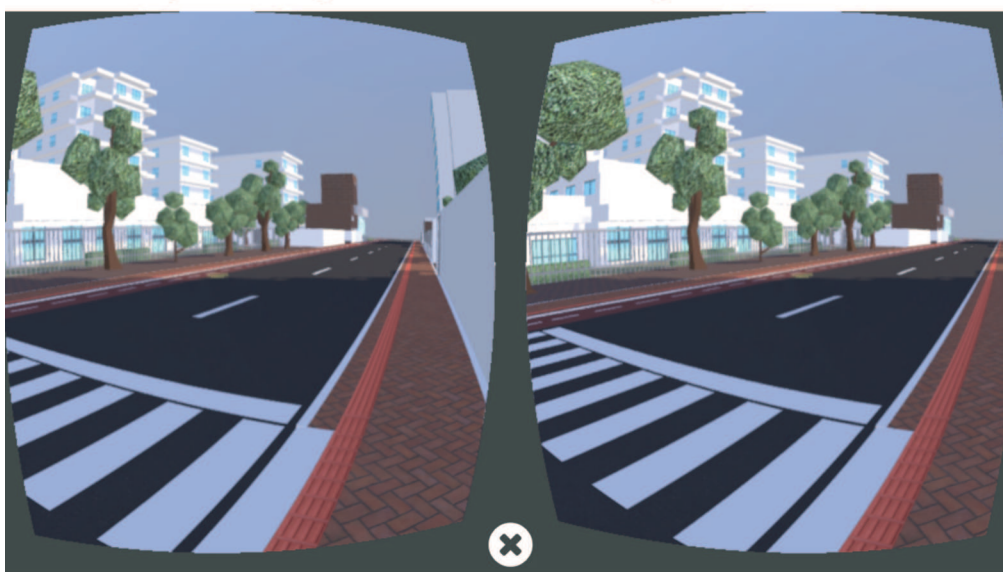
Fonte: o autor

Ao passar para o modo imersivo, o aluno também pôde navegar de forma livre. Para o aluno não precisar tirar o óculos de RV do rosto, o autor, em diferentes momentos, perguntava em que local do mundo virtual o aluno se encontrava e, assim, solicitava a estimativa de diferentes elementos arquitetônicos.

A imagem 19 apresenta a visão inicial que o aluno tinha ao iniciar o experimento, no modo imersivo.



Figure 19 – Posição inicial do aluno ao iniciar o experimento no modo de RVI



Fonte: O autor

Para avaliar as percepções relativas à arquitetura foi desenvolvido um cenário virtual interno, configurado como loft. Este cenário virtual foi representado com duas áreas: quarto e cozinha.

A figura 20 apresenta os elementos arquitetônicos para estimação de medidas. Esta vista também representa a visão que o aluno teve ao iniciar o experimento.

Figure 20 – Elementos arquitetônicos para estimação de medidas no cenário interno.



Fonte: O autor

O aluno pôde navegar livremente pelo cenário virtual e em diferentes momentos o autor perguntava as dimensões dos elementos em questão.

A figura 21 apresenta algumas vistas possíveis que os alunos poderiam rotacionar a câmera.

Figura 21 - Diferentes ângulos de visão do cenário interno

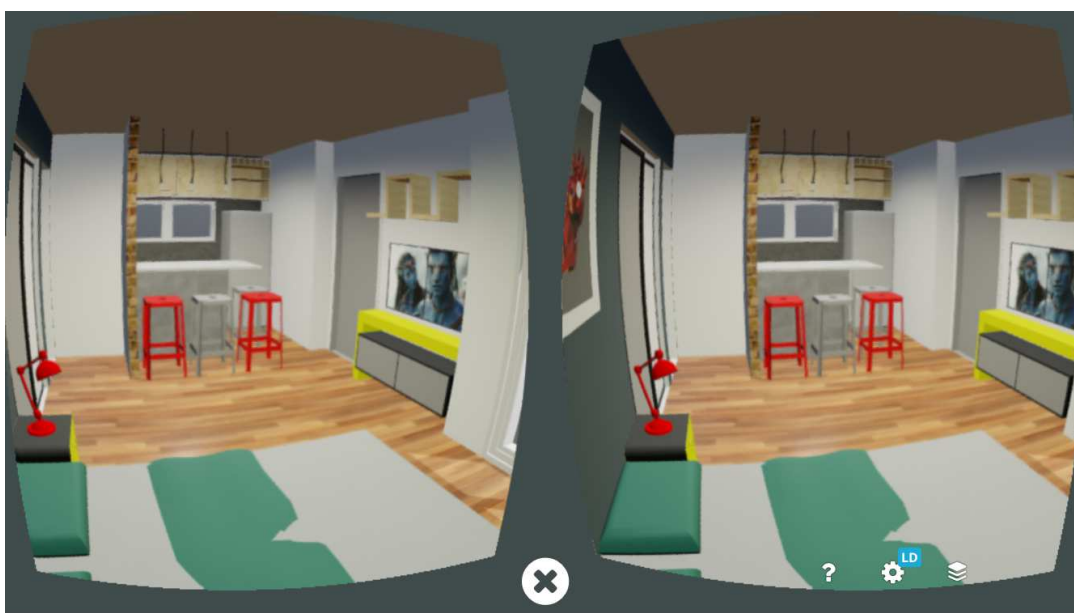


Fonte: o autor

Após realizar a navegação e estimação de medidas no modo não imersivo, o aluno realizava a interação no modo imersivo.

A figura 22 apresenta a vista inicial que o aluno teve ao iniciar o experimento

Figure 22 – Vista inicial do aluno ao iniciar o experimento pela RVI



Fonte: O autor

O tempo médio de duração do experimento girou em torno de 35 minutos para cada aluno. Para registrar e analisar as respostas dos alunos foram desenvolvidos dois questionários (Apêndices 7.4 e 7.5). O primeiro para o cenário urbano e segundo para arquitetura; ambos com três grupos de questões.

A primeira parte do questionário foi igual para os dois cenários. Esta foi estruturada para caracterizar a amostra por meio de perguntas como idade, gênero, altura, etc.

A segunda parte do questionário, específica para cada cenário, foi estruturada com perguntas referentes a: **senso de presença, compreensão espacial e visual, sensações e emoções** e, por último, **experiência com o uso da RVI**.

As perguntas puderam ser respondidas de forma aberta e pela escala de Likert, sendo de 1 a 5.

A terceira parte do questionário foi uma pergunta aberta e teve como intenção fazer o aluno refletir sobre todo o experimento e relatar as suas impressões referentes a cada formato de RV, bem como sua opinião sobre como esta tecnologia poderia ser usada nos seus estudos.

Os cenários virtuais foram modelados no programa *Blender 3D* e importados no site *Sketchfab* para posterior visualização no dispositivo *Google cardboard*, através de um celular Iphone 6.

## 4.2 Condução do experimento

Este experimento foi aplicado entre os meses de abril e maio de 2019, no espaço de convivência dos alunos de arquitetura e urbanismo, da Universidade Federal de Santa Catarina, chamado de CALA (centro acadêmico livre de arquitetura).

A aplicação aconteceu no formato de uma entrevista semiestruturada, com gravação do áudio e registro das respostas por meio de questionário.

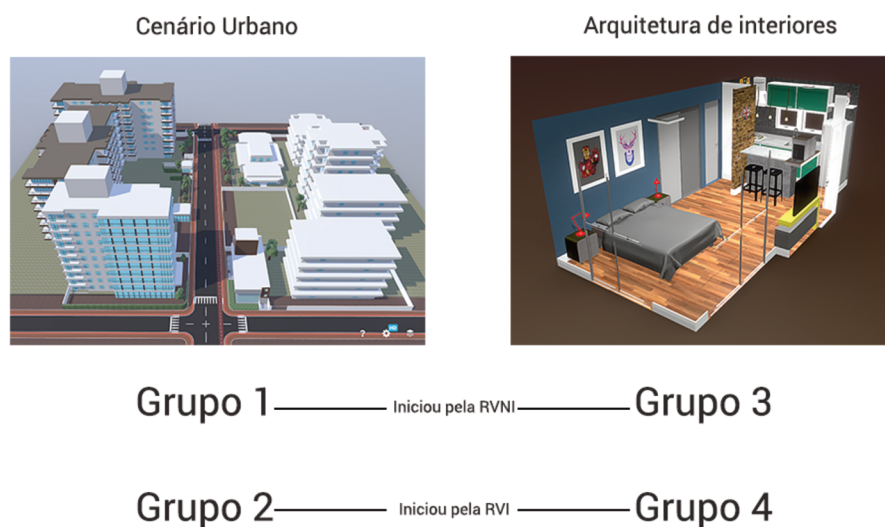
Antes de iniciar o experimento, os alunos foram apresentados ao termo de consentimento aprovado pelo comitê de ética da UFSC (apêndice 7.6). Este termo, explicou aos alunos os riscos e contribuições de suas participações, assim como reforçou o fato de que as gravações seriam usadas estritamente para esta pesquisa. Duas vias foram assinadas, uma para o aluno e outra para o pesquisador.

Um total de 40 alunos com idades entre 19 e 27 anos, participaram do experimento, sendo 18 do sexo masculino e 22 do sexo feminino. Cinco entrevistas tiveram o áudio corrompido, de forma que não foi possível utilizar os relatos verbais, mas os relatos das questões quantitativas foram registrados no questionário impresso.

Para iniciar a segunda parte do experimento, o total de alunos foi dividido em quatro grupos: grupos 1 e 2 (cenário urbano) e grupos 3 e 4 (cenário de arquitetura) figura 23.



Figura 23 – Divisão dos grupos e ordem de aplicação do experimento.



Fonte: o autor

#### 4.3 Categorias de análise

Os dados obtidos pela escala de Likert, e as respostas sobre medidas informadas pelos alunos foram organizados em uma tabela (apêndice 7.7). Esta tabela apresenta os grupos de alunos e diferenças entre altura do aluno e do personagem virtual. As diferenças entre a medida real e percebida foram calculadas para obter-se o valor da mediana e, assim, comparar com cada formato de RV.

Após a organização dos dados quantitativos e qualitativos, foram consideradas nove categorias para análise, sendo elas: **Altura real e percebida, senso de presença, movimentação, campo visual, estimação de medidas, compreensão visual e espacial, sensações e emoções, experiência do usuário e opinião sobre os formatos de RVs**. Cada categoria expõe os dados e em seguida realiza análises e discussões.

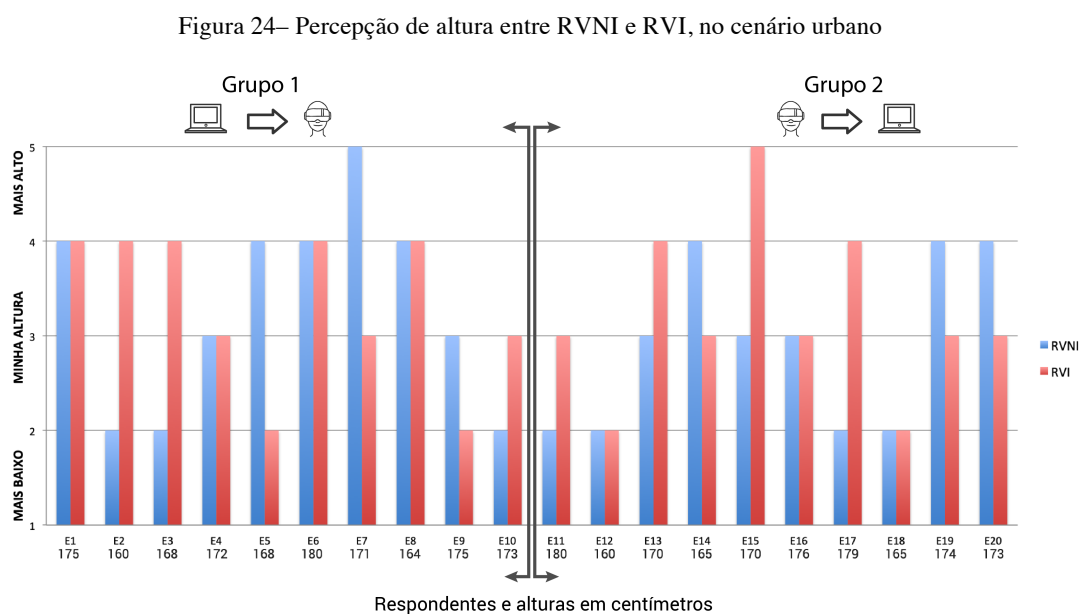
### 4.3.1 Altura real e percebida

Este experimento se apropriou do sistema de RVI de baixo custo por utilizar o Google cardboard, junto com um *smartphone* Iphone 6. O Google cardboard capta apenas a rotação da cabeça do usuário, uma vez que a altura do personagem virtual precisa ser ajustada antes de iniciar a interação.

Neste experimento, optou-se por manter a altura padrão do personagem virtual que o site *Sketchfab* estabelece como: 1.75m. Desta forma, os alunos que estivessem nesta altura não sentiriam diferença entre sua altura real e a percebida no mundo virtual. Os que estivessem abaixo desta altura poderiam se sentir para mais altos. Os que estivessem acima desta altura, poderiam se sentir mais baixo. Dos 40 alunos, 6 tinham 1.75m, 14 estavam acima desta altura, e 20 estavam abaixo.

Para responder sobre a percepção de altura no mundo virtual, os alunos usaram uma escala, entre 1 (mais baixo) e 5 (mais alto).

A figura 24, apresenta os resultados dos grupos 1 e 2, entre os formatos de RVs, no cenário urbano.



Fonte: o autor

Dos 20 alunos destes dois grupos, apenas 2 tinham a altura de 1.75m, sendo E1 e E9. Apesar de E1 estar na mesma altura que o personagem virtual, este reportou se sentir mais alto em ambos os formatos de RVs. Já E9, no formato de RVNI, confirmou a equivalência de altura. Entretanto, E4 e E16 foram os únicos a sentirem suas alturas equivalentes em ambos os formatos de RVs, mesmo tendo uma altura diferente do personagem virtual.

A normalidade da distribuição das respostas dos entrevistados do grupo 1 submetidos a RVNI e RVI foi testada por meio do teste Shafiro-Wilk. O resultado do teste indicou que pelo menos uma das duas distribuições dos dados não é normal (RVNI: p-valor= 0,111 ou seja, é normal; RVI p-valor= 0,008, ou seja, não é normal) de modo que deve se utilizar o teste de comparação não-paramétrico de *U* de Man Whitney.

O teste *U* de Man-Whitney comparou a percepção dos indivíduos submetidos ao RVNI e RVI e concluiu que não há diferença de percepção entre os dois formatos de RVs (p-valor= 1,00).

No grupo 2, três alunos (E11, E19, e E20) reportaram sentir a sua altura como correspondente no formato imersivo, apesar de terem uma altura diferente de 1.75m. Ao considerar que o número 3 na escala de Likert corresponde a melhor percepção de altura, entre o virtual e o real, no grupo que iniciou pela RVI, observou-se que uma quantidade maior de alunos sentiram que sua altura real correspondia no virtual. Assim como no grupo 1, no grupo 2, que foram submetidos a RVNI e RVI a normalidade da amostra foi testada por meio do teste Shafiro-Wilk. O resultado do teste indicou que pelo menos uma das duas distribuições dos dados não é normal (RVNI: p-valor= 0,017 ou seja, não é normal; RVI p-valor= 0,149, ou seja, é normal) de modo que, deve-se utilizar o teste de comparação não-paramétrico de *U* de man Whitney.

O teste *U* de Man-Whitney comparou a percepção dos indivíduos submetidos ao RVNI e RVI e concluiu que não há diferença de percepção entre os dois formatos de RVs (p-valor= 0,529).

A tabela 2, apresenta algumas falas dos alunos ao comparar a percepção de altura entre os formatos de RVs. Nota-se que no formato não imersivo, os alunos não têm uma percepção real de altura, uma vez que o ângulo de visão depende da movimentação guiada pelo mouse, sendo esta muito variável.

Tabela 2 - Percepção de altura no cenário urbano.

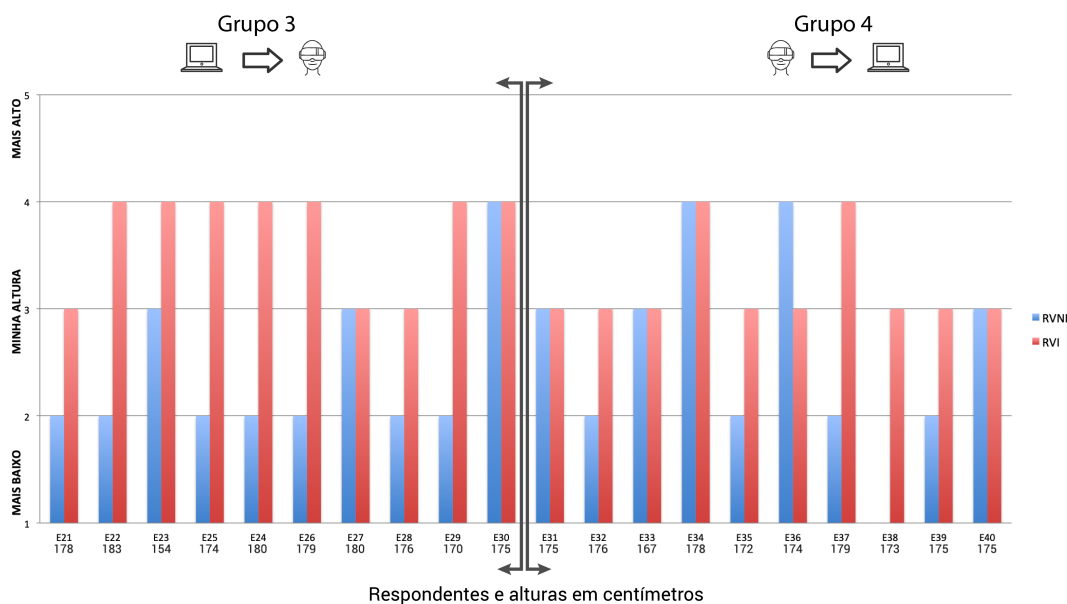
RVNI	RVI
"E7 Me sinto bem mais alto porque eu consigo controlar minha altura". "E6 Pelo computador eu acho que depende da visão que eu coloco". "E13 A minha altura ela varia muito porque eu tô o tempo inteiro movimentando". "E4 Altura varia de acordo com que eu mexo com o mouse".	"E1 Eu me sinto um pouco mais alto". "E11 Eu acho que minha altura está normal aqui". "E10 A altura parece razoável sim". "E7 Eu me sinto com minha altura normal, talvez um pouquinho mais alto".

Fonte: O autor

Já no formato imersivo, como a altura do personagem virtual está configurada para 1.75m, a percepção varia de acordo com a altura real do aluno. Entretanto, nota-se que a percepção varia mesmo quando a altura real e virtual são equivalentes, como exemplificado por E10 e E11. E10 por estar abaixo de 1.75 deveria sentir-se mais alto, e E11, por tem 1.80 deveria sentir mais baixo.

A mesma comparação foi feita com os grupos 3 e 4, referentes ao cenário de arquitetura. A figura 25, apresenta os resultados da percepção de altura real e percebida por alunos desses grupos.

Figura 25 - Percepção de altura no cenário de arquitetura de interiores



Fonte: O autor

Nestes dois grupos, apenas 4 alunos tinham a altura de 1.75m (E30, E31, E39 e E40), sendo que somente E30 reportou sentir-se mais alto na RVI e os demais confirmaram a equivalência de altura.

Especificamente no grupo 3, a amostra teve a normalidade testada e indicou que as duas distribuições são normais (RVNI: p-valor= 0, e RVI: p-valor= 0). O teste U de Man Whitney, apontou um p-valor de **0,001**, ou seja, estatisticamente existe diferença na percepção de altura entre o modo não imersivo e imersivo.

O grupo 4 apresentou resultados mais próximos do número 3, na escala. Nota-se que E34 e E37, por serem mais altos que 1.75, deveriam reportar uma percepção de serem mais baixos, entretanto, reportaram sentirem-se mais altos.

O grupo A tabela 3, apresenta algumas falas dos alunos durante cada formato de interação.

A normalidade do grupo 4 foi testada e apresentou uma das distribuições dos dados não é normal (RVNI p-valor 0,245, ou seja, normal, e RVI p-valor 0, normal). O teste U de Man Whitney, apontou um p-valor de 0,143 e indica que estatisticamente não se pode afirmar que neste grupo exista diferença na percepção de altura.

Nota-se pelos relatos dos alunos que existe uma diferença entre a percepção do não imersivo para o imersivo (tabela 3).

Tabela 3 - Percepção de altura no cenário interno

RVNI	RVI
"E22 Agora a altura parece um pouco agradável".	"E22 Me sinto um pouco mais alto, eu daria nota 4.
"E26 A minha altura é mais real".	"E26 Eu me sinto muito mais alta".
"E29 Não existe a minha altura no computador.	"E29 Eu me sinto um pouco mais alto".
Depende muito de onde eu coloco a câmera, e mesmo assim parece que não vai onde eu quero que fique".	"E32 Eu acho que sinto mais alto, eu diria que 4".
"E32 Eu acho que perde bastante a questão da altura, porque eu estou livre".	"E35 Acho que me sinto pouca coisa mais alto".
"E35 Realmente não sei responder, porque depende de onde eu posiciono a câmera".	"E40 Acho que eu me sinto na minha altura".
"E40 É diferente de antes, mas eu consigo colocar a câmera na minha altura".	

Fonte: O autor

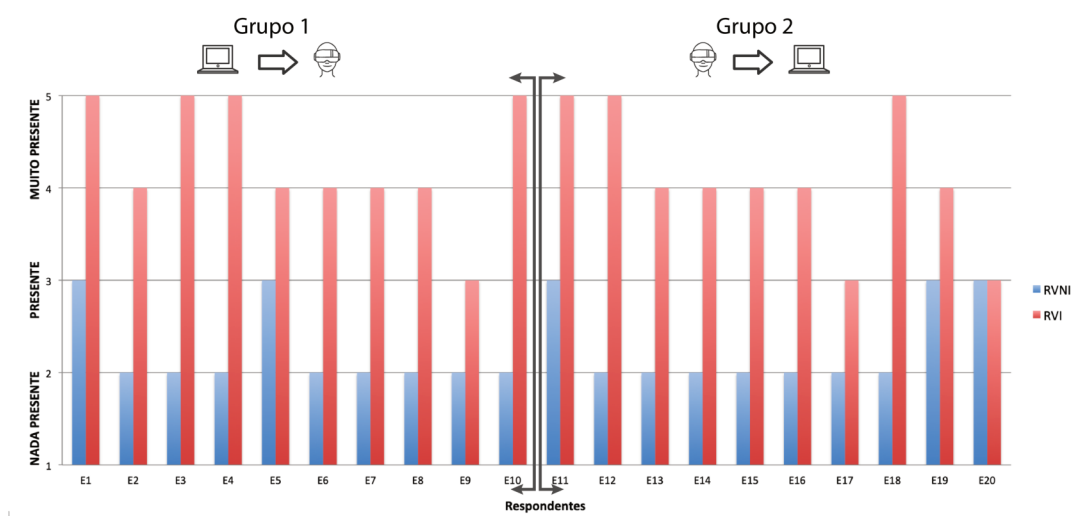
Tanto no cenário urbano quanto no de arquitetura, nota-se que a percepção de altura ao interagir com o computador permanece variável, pelo fato de a câmera movimentar-se em todas as direções. Por outro lado, assim como no cenário urbano, no cenário interno, os alunos que iniciaram pela RVI reportaram resultados mais próximos de 3, na escala.

Na literatura, é possível encontrar diversas pesquisas que evidenciam a percepção de altura em cenários virtuais imersivos (LEYRER et al., 2015a). (LEYRER et al., 2015b) e (KIM; INTERRANTE, 2017). Nesse sentido, destaca-se a pesquisa de Rothe et al., (2018) que evidencia a variação de percepção de altura, mesmo em situações que o usuário não deveria reportar diferença significativa. Esses autores argumentam que o usuário pode sentir menos diferença de altura se no mundo virtual esta estiver configurada um pouco menor do que a altura real do usuário. Tendo em vista as pesquisas citadas, pode-se entender porque alguns alunos neste experimento reportaram suas alturas como variando mesmo quando não deveriam reportar. Ou como por exemplo: E14 e E33, que deveriam reportar sentir-se mais altos, mas reportaram 3 na escala.

### 4.3.2 Senso de presença

O senso de presença caracteriza quanto o usuário tem de percepção de estar fisicamente no cenário virtual. Na escala entre 1 (nada presente) e 5 (muito presente), os alunos puderam responder o quanto se sentiam presente no mundo virtual (figura 26).

Figura 26 – Senso de presença no cenário urbano.



Fonte: o autor

Ao observar a figura anterior, nota-se que o senso de presença é mais elevado no modo imersivo. Entretanto, o grupo 1, que iniciou o experimento pela RVNI, os alunos, quando visualizaram o cenário virtual, reportaram índices mais altos do que o grupo 2.

As falas dos alunos, ao compararem a sensação de presença entre os formatos de RVs, marcam a diferença de percepção (tabela 4). Entretanto, ao interagirem no computador (RVNI), 5 alunos reportaram ter a sensação de presença, mesmo não estando inteiramente envolvidos pelo conteúdo virtual.

Tabela 4 – Senso de presença no cenário urbano.

RVNI	RVI
"E1: Eu me sinto pouco presente". "E3 É como se fosse uma maquete e não consigo ter a sensação de estar na rua". "E12 Aqui eu não me sinto presente". "E10: Eu acho que quando me aproximo da Linha do horizonte, da linha do Observador, eu começo a me sentir dentro do projeto".	"E1 Apesar dos pixels, que estão muito visíveis, eu consigo me sentir aqui dentro". "E3: Eu consigo sentir que as coisas estão ao meu redor mesmo". "E12: É como se eu tivesse sensação mesmo de estar aqui". "E10: A sensação de presença é bem maior".

Fonte: O autor

Nota-se, ao observar as falas, que no modo não imersivo os alunos usam artifícios para chegarem mais perto de uma visão de pedestre, como relata E10. Os demais relatam pouco senso de presença.

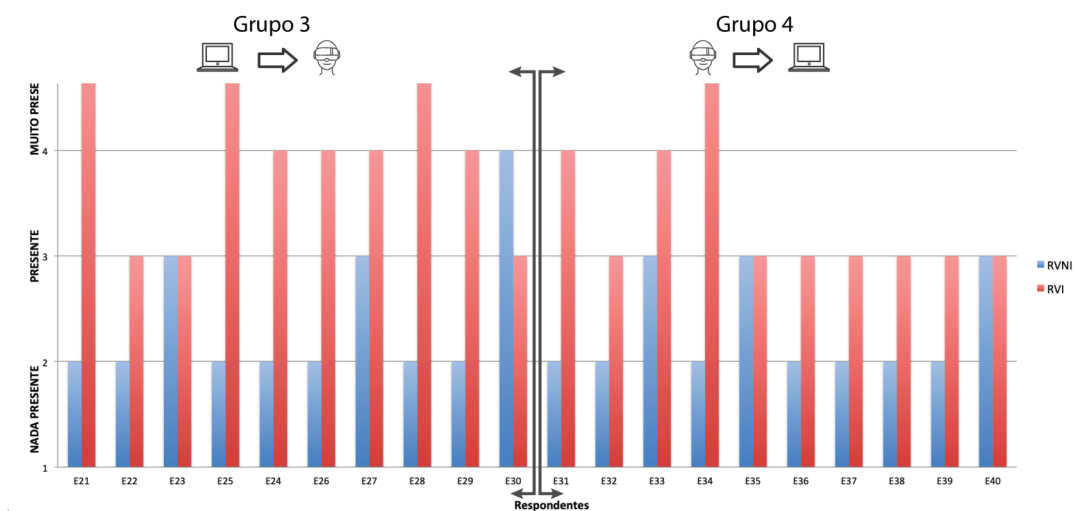
O teste de normalidade do grupo 1 apontou que as duas distribuições de dados não eram normais (RVNI p-valor 0, não normal, e RVI p-valor 0,015, não normal). Segundo o teste U de Man Whitney, o p-valor para este grupo foi de 0. Isto indica que estatisticamente existe uma diferença entre os dois formatos de RVs, no caso da percepção de presença.

O grupo 2, também apresentou que as duas distribuições dos dados não eram normais (RVNI p-valor 0, não normal, RVI p-valor 0,036, não normal). O teste U de Man Whitney apresentou p-valor de 0, o que, assim como no grupo um, pode-se afirmar que no grupo 2, existe diferença na percepção de presença.

Assim como no cenário urbano, o senso de presença no cenário interno se mostra mais elevado ao interagir pela RVI (figura 27). Porém, 5 estudantes (E23, E27, E33, E35, E40) reportaram ter a sensação de estar fisicamente no cenário virtual mesmo pela RVNI.



Figura 27 - Senso de presença no cenário interno



Fonte: o autor

Acredita-se que afirmação dos alunos que reportaram sentir-se presentes, mesmo pela RVNI, seja resultante de uma maior experiência com projetos. Mesmo assim, em ambos os cenários virtuais, a RVI mostrou-se mais efetiva ao proporcionar a sensação de presença, pois os óculos proporcionam a visão de escala humana. As falas dos alunos reforçam a diferença de percepção (tabela 5).

Tabela 5 - Senso de presença no cenário interno

RVNI	RVI
"E22 No computador eu não me sinto mais presente".	"E22 Eu acho que eu me sinto presente aqui".
"E26 Eu me sinto menos presente do que com o óculos".	"E26 Considero que me sinto presente".
"E29 A visão é meio ortogonal tá muito quadrado, no óculos eu me sentia mais lá dentro".	"E29 Eu consigo me sentir bem presente aqui".
"E32 Eu consigo perceber o geral, mas não consigo me sentir imerso suficiente".	"E32 Eu consigo me sentir bem presente no cenário virtual".
"E35 Não me sinto nada presente, me comparo como se eu estivesse vendo um filme, uma foto".	"E35 Eu acho que eu consigo me sentir bem lá dentro".
"E40 Um pouco menos que antes".	"E40 Eu consigo visualizar ali dentro".

Fonte: O autor

No computador, a percepção ocorre proporcionando um distanciamento do cenário virtual. No modo imersivo, por sua vez, os alunos sentem que estão lá, de fato.

As distribuições dos dados no grupo 3 apresentam não serem normais (RVNI p-valor 0, não normal, e RVI p-valor 0,035, não normal). O teste U de Man Whitney para este grupo apresenta p-valor de **0,001**, ou seja há diferença na percepção entre os dois formatos de RVs.

No grupo 4, a distribuição dos dados também ocorreu como não normal (RVNI p-valor 0, não normal, e RVI p-valor 0, não normal). O teste U de Man Whitney também apresentou p-valor significativo (**0,002**). Isso evidencia que nos 4 grupos pode-se afirmar que existe diferença na percepção de presença entre os modos de RVs. Esse fato se mostrou verdadeiro tanto pelos índices na escala quanto pelos relatos dos alunos e testes estatísticos.

### **4.3.3 Interação e movimentação**

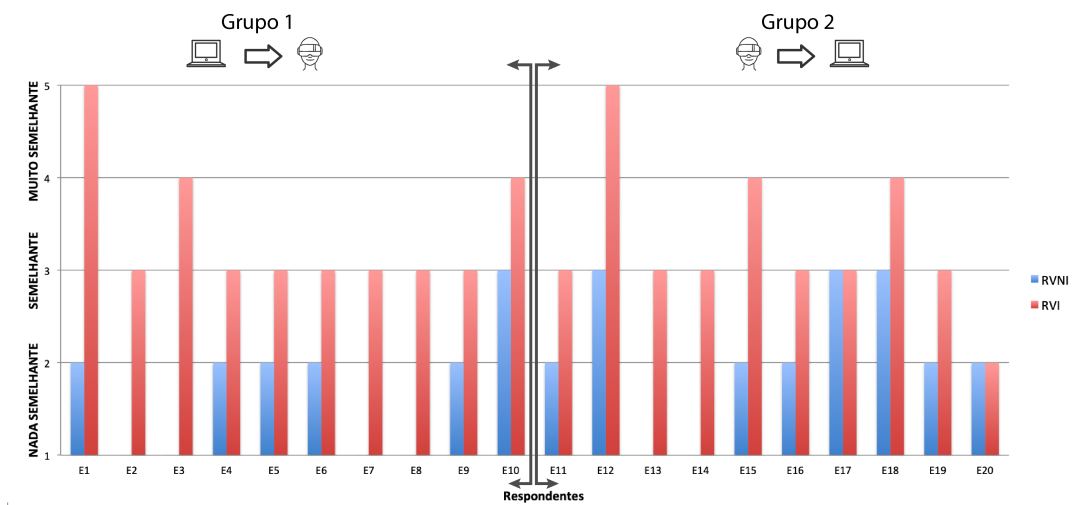
Esta categoria de análise buscou comparar as percepções dos estudantes no que se refere à interação entre os formatos de RVs.

No *Sketchfab*, a interação acontece pelo mouse, sendo o botão direito para rotacionar, o do meio pressionado para movimentar e rolagem para fazer zoom, tanto para frente como para trás.

No óculos, a rotação acontece mediante a movimentação da cabeça, e o teletransporte (para todas as direções) ao apertar o botão na parte superior.

Referente à movimentação, foi questionado aos estudantes por meio da escala de likert, o quanto a rotação para visualizar o espaço virtual era semelhante aos gestos reais. Nesta escala, o número 1 representou ser nada semelhante e 5 muito semelhante. A figura 28 apresenta as respostas dos estudantes.

Figura 28 - Semelhança de rotação entre RVs, cenário urbano.



Fonte: o autor

Alguns alunos reportaram dificuldade referente a este formato de interação com o mouse devido à diferença desta em relação aos programas que eles estavam acostumados a utilizarem. Entretanto, outros alunos reportaram sentir familiaridade com este formato de interação (tabela 6).

Tabela 6 - Diferenças entre os modos de interação entre as RVs.

RVNI	RVI
"E3 Eu acho que por eu estar acostumado com comandos de outros softwares e este daqui é diferente no início eu fico um pouco confusa".	"E4 Eu acho mais interessante, apesar de no começo eu não apertar o suficiente para o teletransporte".
"E7 Eu acho que é um pouco ruim ainda mais porque o formato do mouse é diferente do que eu estou acostumado".	"E6 Eu preferia que tivesse um joystick, algo que eu pudesse me movimentar mais devagar".
"E12 A gente está acostumado com os outros programas e os clientes não são parecidos".	"E7 Nossa é bem melhor".
"E20 Como já tenho contato com os sketchup, fica fácil de mexer com o mouse e teclado".	"E12 Há muito mais simples! Bem mais simples! É bem intuitivo, só que no início eu me perdi".
"E29 É difícil de lembrar o que cada botão faz, não é muito natural".	"E13 A única parte que eu acho um pouco mais difícil, é ir para frente ou para trás".
	"E14 Eu acho bem mais fácil e no computador".

Fonte: O autor

Estas diferenças relacionadas à interação podem ser resultantes do fato de que os programas oferecerem a opção de personalizar os comandos. Desta forma os alunos que tiveram familiaridade com a interação, possivelmente, configuraram comandos semelhantes ao do formato de interação do *Sketchfab*.

Percebeu-se que o grupo 1 reportou baixos índices no que se refere à rotação no computador, pois 4 respostas tiveram 1 na escala. Apenas um aluno, E10, reportou sentir a rotação semelhante.

O teste de normalidade para a distribuição dos dados no grupo 1 apresentou ser não normal (RVNI p-valor 0,015, não normal, e RVI p-valor 0, não normal). O teste U de Man Whitney apresenta p-valor de **0,0** ou seja, estatisticamente pode-se afirmar que existe diferença na percepção de interação com os dois formatos de RVs.

O grupo 2, que iniciou o experimento pela RVI, reportou melhor índice, pois apenas dois alunos reportaram 1 na escala, e dois responderam 3 como semelhante.

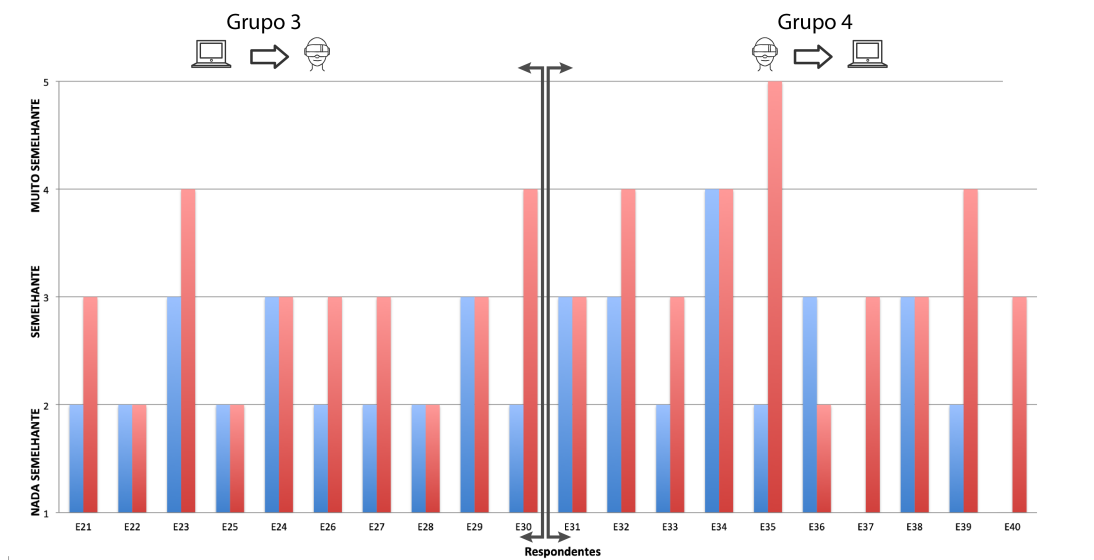
Ao se compararem os formatos de RVs, percebe-se que a RVI apresenta ter mais semelhança referente à rotação da cabeça do usuário, tanto no grupo que iniciou o experimento pelo computador quanto o grupo que iniciou pelo óculos.

Como reportado na tabela 6, os alunos não sentem sua altura e movimentação como sendo pessoal na RVNI, pois esta varia de acordo com a interação com o mouse. Já na RVI, devido ao fato de que os óculos representam o ângulo de visão de um pedestre e a rotação consiste na reprodução dos movimentos da cabeça, os alunos reportaram melhores índices na escala.

A distribuição dos dados do grupo 2, também apresentou não ser normal (RVNI p-valor 0,036, não normal, e RVI p-valor 0,045, não normal). O teste U de Man Whitney apresenta p-valor de **0,005**, ou seja, tanto no grupo 1 como no grupo 2 existe uma diferença estatística referente a percepção de interação entre os formatos de RVs.

Os grupos 3 e 4 responderam questões referentes ao cenário de arquitetura (figura 29).

Figura 29 - Semelhança de rotação entre RVs, cenário interno.



Fonte: O autor

O grupo 3, se comparado com o grupo 4, nenhum aluno respondeu número 1. Apenas no grupo 4, que iniciou pela RVI, dois alunos responderam 1, na escala, sobre a rotação não ser semelhante no computador.

O grupo 3 apresentou não normal para a distribuição dos dados (RVNI p-valor 0, não normal, e RVI p-valor 0,036, não normal). Segundo o teste U de Man Whitney, o p-valor para este grupo foi de 0,089 o que não sugere uma diferença estatística relevante.

No grupo 4, a distribuição dos dados apresentou ser normal (RVNI p-valor 0,245, normal, e RVI p-valor 0,172, normal). O teste U de Man Whitney apresentou o p-valor relevante (**0,043**), o que sugere que há uma diferença estatística relevante quanto à interação neste grupo.

A diferença nos resultados, ao se comparar o cenário urbano com o de arquitetura, pode ser resultante da maior vivência dos alunos com os projetos de arquitetura.

Como sugerido pelos testes estatísticos, no cenário urbano, pode-se afirmar que os dois grupos sentiram diferença nos formatos de RVs, provavelmente, por não terem tanta familiaridade com este tipo de projeto. Já nos grupos referente a

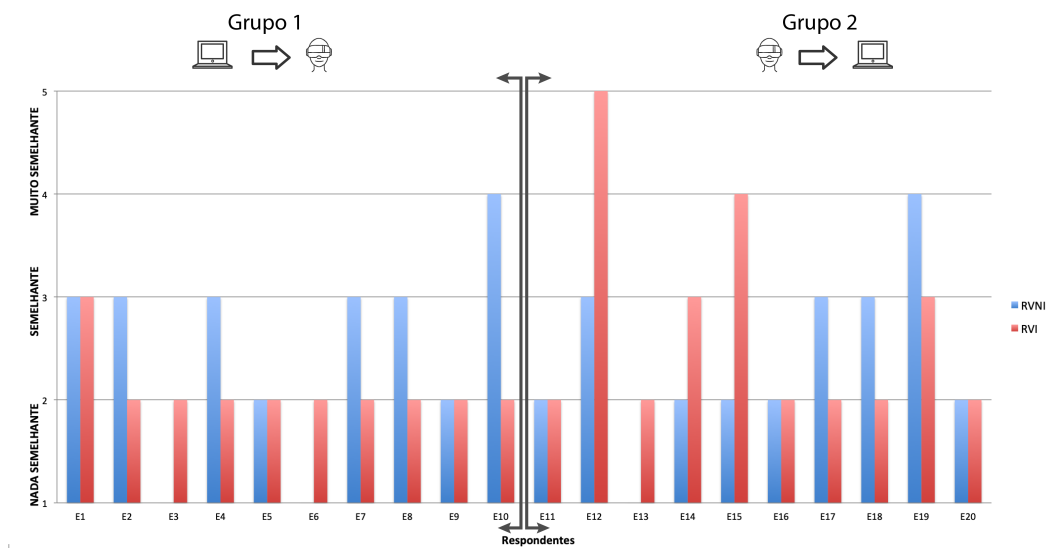
arquitetura, um obteve valor significativo (grupo3) e outro, um valor muito próximo de ser considerado (0,089). Isso pode ter relação com a maior familiaridade em projetos de arquitetura que de urbano.

Referente à movimentação em cenários imersivos, Vasylevska; Podkosova; Kaufmann (2015) argumentam que a forma que mais se assemelha à movimentação real do usuário é a que se mostra mais efetiva. Sendo assim, quando o ato de caminhar é reproduzido no mundo virtual, o usuário percebe melhor a sua movimentação. Entretanto, este formato de captura de movimentos é particularidade dos sistemas mais caros de RVI. Os autores, ainda destacam outros formatos de movimentação, dentre eles: teletransporte, portais, e voar. Neste experimento, notou-se que os alunos não tiveram problemas com o formato de teletransporte.

#### **4.3.4 Campo visual**

Esta categoria buscou avaliar e comparar a amplitude visual dos formatos de RVs. Na pergunta em questão (o quão semelhante o campo visual está comparado ao real) os alunos para responder, usaram a escala de 1 a 5 na qual 1 correspondeu a nada semelhante e 5 muito semelhante. A figura 30, apresenta os resultados referentes ao cenário urbano (grupos 1 e 2).

Figura 30- Campo visual, cenário urbano.



Fonte: o autor

De acordo com os resultados apresentados, nota-se que o campo visual nos dois formatos de RVs é percebido de forma mais limitada que o campo visual real.

A tabela 7, apresenta uma compilação das falas dos alunos sobre o campo visual.

Tabela 7 - Falas sobre campo visual, cenário urbano.

RVNI	RVI
"E1 O campo visual parece menos amplo".	"E1 Eu percebo o campo visual menos amplo".
"E3 O campo visual parece bom".	"E3 O meu campo visual parece ser limitado comparado com a realidade. Mas é uma diferença que não atrapalha".
"E4 O campo visual é bem próximo ao meu campo visual, porque ele não tem distorção".	"E4 O óculos cria essa barreira na lateral, eu acho que ela limita um pouco".
"E6 O campo visual é menor do que o meu campo visual na realidade".	"E6 O campo visual é menor do que o normal, porque eu sempre percebo algo na visão periférica".
"E7 Eu diria que o campo visual varia bastante porque eu consigo olhar para qualquer lado".	"E7 Eu acho que o campo visual é menor do que na realidade".

Fonte: O autor

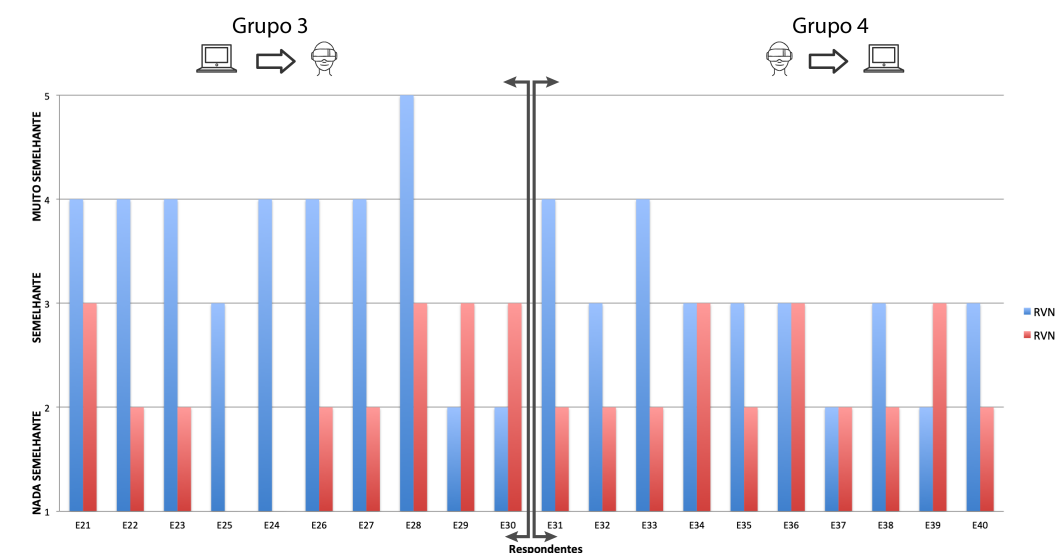
De acordo com os argumentos apresentados, nota-se que o campo visual, tanto no computador quanto no óculos de RVI, são diferentes do que eles percebem na realidade. A tela do computador distancia o aluno do conteúdo apresentado. Já no modo imersivo, o aluno percebe o campo visual maior, porém, nota que a visão periférica é comprometida, uma vez que o óculos tem um campo visual menor que o olho humano, exemplificado pelo relato de E4: “O óculos cria essa barreira na lateral, eu acho que ela limita um pouco”.

A normalidade da distribuição dos dados no grupo 1, apresentou diferença entre normalidade (RVNI p-valor 0,095, normal, e RVI p-valor 0, não normal). O teste U de Man Whitney apresentou p-valor de 0,218 ou seja, estatisticamente não se pode afirmar que há diferença na percepção do campo visual, para este grupo.

A distribuição dos dados no grupo 2, também apresentou variação na normalidade (RVNI p-valor 0,172, normal, e RVI p-valor 0, não normal. O teste U de Man Whitney, apresentou p-valor de 0,684, que assim como no grupo anterior, neste grupo, não há diferença estatística nos resultados.

A figura 31 apresenta os resultados dos grupos 3 e 4, sendo do cenário de arquitetura.

Figura 31 - Campo visual, cenário interno.



Fonte: O autor



O grupo 3 apresentou índices mais elevados de amplitude visual no computador que no óculos de RV. Nota-se que neste mesmo grupo, E25 e E24, relataram 1 na escala, o que significa um índice baixo. O grupo 4 apresentou índices mais próximos de 3, o que sugere uma percepção mais semelhante. E no modo imersivo, não houve relatos abaixo de 2. A tabela 8, apresenta alguns relatos verbais referentes à percepção de campo visual.

Tabela 8 - Falas sobre campo visual, cenário interno.

RVNI	RVI
"E22 Eu acho o campo visual melhor do que no óculos". "E23 Eu sinto campo visual maior, pois eu consigo ver mais coisas". "E24 Aqui eu já consigo ver mais coisas". "E26 Eu não consigo ver o ponto de fuga. Se bem que eu consigo ter o controle do zoom". "E27 Eu acho que a tela do computador amplia mais a minha visão".	"E22 O campo visual é um pouco limitado". "E23 Eu sinto meu campo visual bem restrito". "E24 o campo visual é um pouco menor". "E26 Eu percebo minha visão periférica limitada". "E27 É um pouquinho mais restrito".

Fonte: O autor

Da mesma forma que no cenário urbano, as falas relativas ao cenário de arquitetura apresentam relatos de que o campo visual é mais restrito que na realidade. Entretanto, E23, E24, E26 e E27 trouxeram argumentos de que a tela do computador amplia o campo visual. Este relato pode ser resultado de que no computador os alunos têm uma visão de pássaro e o zoom, como relatado por E26, deixa a visão livre, oportunizando a visualização de mais coisas. Ao interagir com os óculos de RV, nota-se que a percepção do campo visual é mais restrita que a realidade.

A distribuição dos dados no grupo 3 não apresentou diferença de normalidade (RVNI p-valor 0,015, não normal, e RVI p-valor 0,025, não normal). O teste U de Man Whitney apresentou p-valor de **0,005**, ou seja, estatisticamente há diferença nos resultados entre os formatos de RVs.

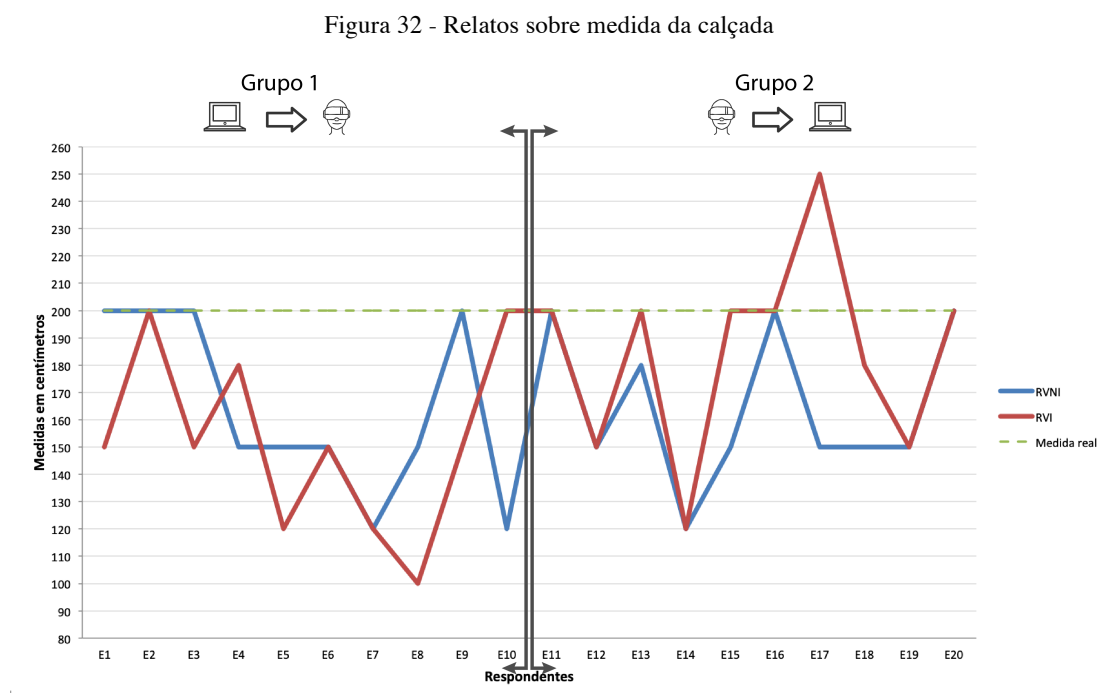
No grupo 4, a distribuição dos dados também não apresentou diferença de normalidade (RVNI p-valor 0,022, não normal, e RVI p-valor 0, não normal). O

teste U de Man Whitney para este grupo também apresentou p-valor relevante (**0,035**), o que sugere que há diferença entre campo visual nos formatos de RVs.

#### 4.3.5 Estimação de medidas

Esta questão buscou investigar a percepção de medidas, tanto no formato imersivo como no não imersivo, nos dois cenários virtuais. Enquanto o aluno estava interagindo com o cenário virtual, o autor questionava sobre as medidas dos seguintes elementos: calçada, rua, muro, corredor da cozinha e altura da bancada. Os relatos foram anotados e transcritos para a realização do cálculo da média de erro (soma das diferenças divididas pela quantidade de alunos) e cálculo da mediana para teste estatístico.

A figura 32 apresenta um gráfico de linhas com as respostas dos grupos 1 e 2. No gráfico, a linha pontilhada em verde corresponde a medida real da calçada (200 cm), a linha azul representa os dados relatados sobre a RVNI e, em vermelho, RVI.



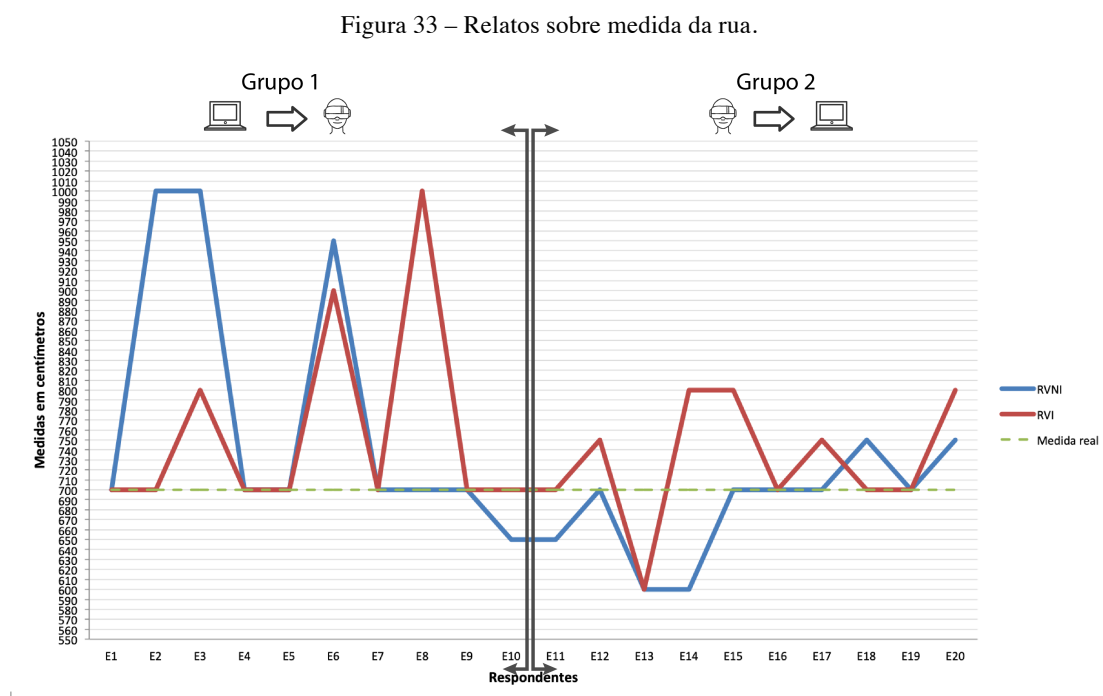
Fonte: O autor

O grupo 1 apresentou média de erro de 36 centímetros ao interagir pela RVNI. Ao passar para a RVI, a média de erro caiu para 35 centímetros. A distribuição dos dados no grupo 1 obteve diferença de normalidade (RVNI p-valor

0,017, não é normal, e RVI p-valor 0,337, normal). Entretanto, o teste U de Man Whitney, apresentou p-valor de 0,481 o que significa que estatisticamente não há diferença nos resultados entre os formatos de RVs.

O grupo 2 apresentou média de erro de 48 centímetros ao interagir pela RVNI. Ao passar para RVI, a média caiu para 28 centímetros. Quanto à distribuição dos dados, este grupo, não apresentou diferença de normalidade (RVNI p-valor 0,039, não normal, e RVI p-valor 0,013, não normal). O teste U de Man Whitney, também apresentou p-valor de 0,481, o que sugere que no grupo 2 também não há diferença significativa nos resultados, apesar de matematicamente os valores das médias apresentarem diferença.

A figura 33, apresenta o gráfico de linhas, referente as respostas dos grupos 1 e 2 sobre a medida da rua. A linha verde corresponde à medida real da rua (700 cm), a linha azul, os resultados da RVNI e a linha vermelha, a RVI.



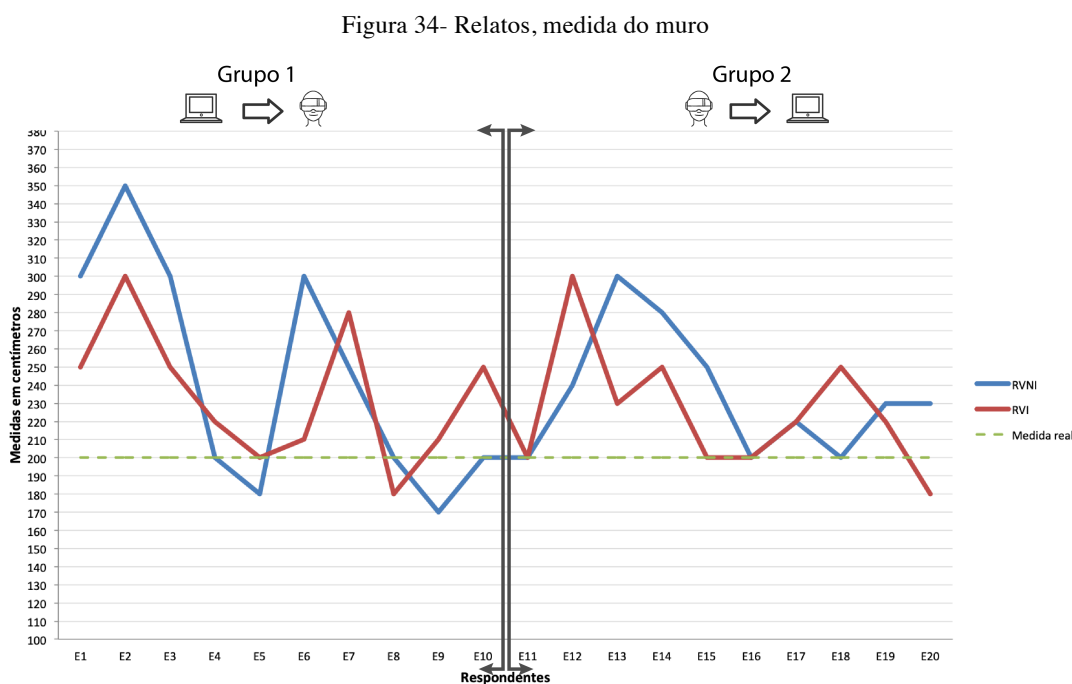
Fonte: O autor

Referente à largura da rua, o grupo 1 apresentou média de erro de 90 centímetros ao interagir pela RVNI. Ao passar para a RVI, a média caiu para 35 centímetros. A média de erro deste grupo, ficou alta devido ao fato de que 4 alunos reportaram uma medida muito acima da esperada E2, E3, E6 e E8. Pode-se considerar que estes alunos estimaram a medida da ciclovia junto com as duas vias

da rua, o que justificaria a medida maior. Neste grupo, a distribuição de dados não apresentou diferença de normalidade (RVNI p-valor 0, não normal, e RVI p-valor 0, não normal). O teste U de Man Whitney para este grupo apresentou p-valor de 0,684, ou seja, não é um valor significativo.

O grupo 2, na interação com RVNI, apresentou média de erro de 60 centímetros. Ao passar para a RVI, a média de erro caiu para 50 centímetros. Assim como o grupo anterior, este grupo não apresentou diferença de normalidade quanto à distribuição dos dados (RVNI p-valor 0,008, não normal, e RVI p-valor 0,006, não normal). O teste U de Man Whitney apresentou p-valor de 0,529, o que sugere que sobre a medida da rua, nos dois grupos não se pode afirmar estatisticamente que existe uma diferença significativa, mesmo com os valores das médias apresentarem um resultado matematicamente diferente.

A figura 34 apresenta o gráfico de linhas sobre a medida do muro, conforme resultados obtidos dos grupos 1 e 2. A linha pontilhada verde representa a medida real do muro (200cm), a linha azul, os relatos da RVNI, e a vermelha, a RVI.

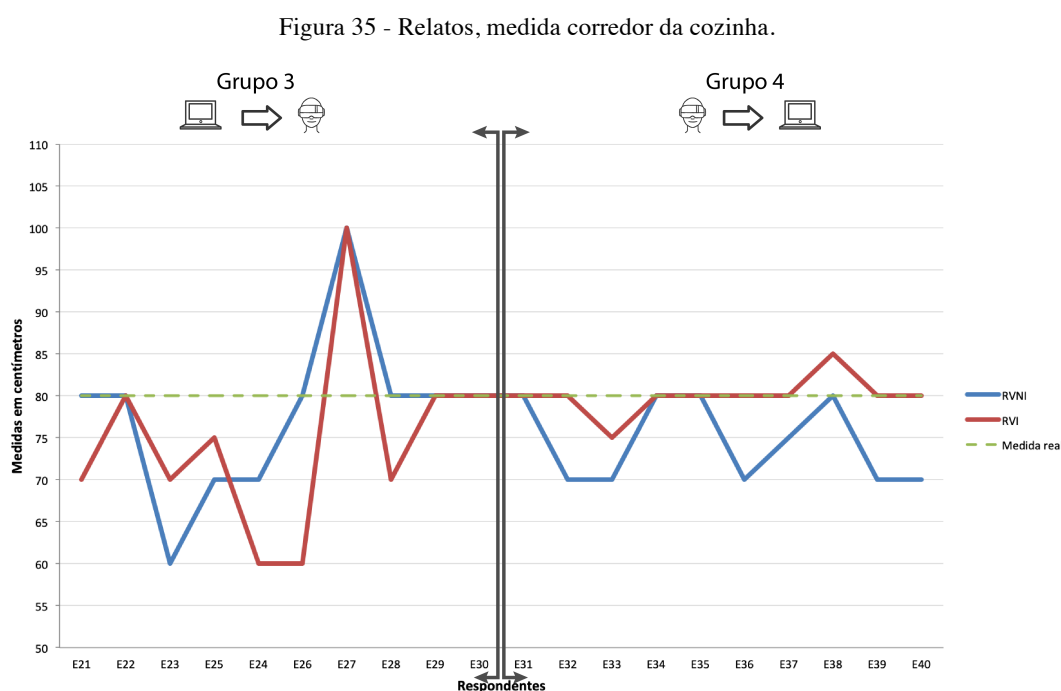


Fonte: O autor

O grupo 1, ao interagir pela RVNI, obteve média de erro de 45 centímetros e, ao passar para a RVI, a média caiu para 35 centímetros. A distribuição dos dados, neste grupo, apresentou diferença quanto a normalidade (RVNI p-valor 0,045, não normal, e RVI p-valor 0,275, normal). O teste U de Man Whitney apresentou um p-valor de 0,912, e sugere que não há diferença da estimação da medida do muro, nos dois formatos de RVs.

O grupo 2, ao interagir pela RVNI, obteve a média de erro de 39 centímetros. Ao passar para a RVI, a média de erro caiu para 29 centímetros. Ao contrário do grupo anterior, o grupo 2 apresentou diferença de normalidade quanto à distribuição dos dados (RVNI p-valor 0,207, normal, e RVI p-valor 0,053). Além disso, o teste U de Man Whitney apresentou p-valor não relevante (0,684).

A imagem 35 apresenta os resultados dos grupos 3 e 4 no que se refere à medida do corredor da cozinha. A linha pontilhada verde representa a medida real do corredor (80 centímetros), a linha azul refere-se à RVNI e a vermelha representa a RVI.



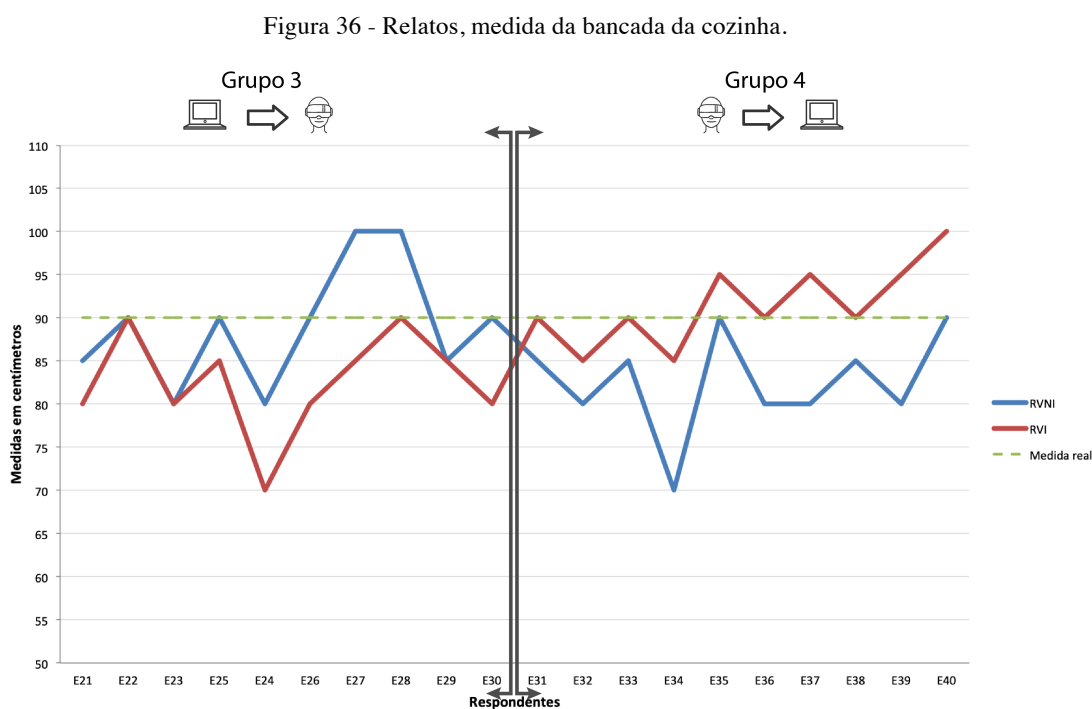
Fonte: O autor

O grupo 3, ao interagir pela RVNI, obteve a média de erro de 6 centímetros. Ao passar para a RVI, a média de erro caiu para 5,5 centímetros. O teste de normalidade, apresentou diferença quanto à distribuição dos dados (RVNI p-valor

0,001, não é normal, e RVI p-valor 0,053, normal). O teste U de Man Whitney apresentou um p-valor de 0,353, ou seja, não é um valor estatisticamente relevante para se dizer que existe diferença no resultado entre os modos de RVs.

O grupo 4 obteve um média de erro de 9,5 centímetros ao interagir pela RVNI. Ao passar para a RVI, a média caiu para 1 centímetro. Ao contrário do grupo anterior, este grupo não apresentou diferença de normalidade quanto à distribuição dos dados (RVNI p-valor 0,001, não normal, e RVI p-valor 0, não normal). O teste U de Man Whitney apresentou um p-valor de 0,063, e sugere que, estatisticamente não se pode afirmar que há diferença nos resultados.

A figura 36 apresenta o gráfico de linhas referente à altura da bancada da cozinha (90 centímetros). A linha verde representa a altura da bancada, a linha azul refere-se à RVNI e a linha vermelha identifica a RVI.



Fonte: O autor

O grupo 3, ao iniciar a interação pela RVNI obteve uma média de erro de 6 centímetros. Ao passar para a interação com a RVI, a média aumentou para 7,5 centímetros. A normalidade da distribuição dos dados, apresentou diferença para este grupo (RVNI p-valor 0,004, não é normal, e RVI p-valor 0,157, normal). O teste U de Man Whitney apresentou um p-valor de 0,739, o que sugere não haver diferença entre os resultados.

O grupo 4, apresentou uma média de erro de 7,5 centímetros ao interagir pela RVNI. Ao passar para a interação com a RVI, a média caiu para 4,5 centímetros. Assim como no grupo anterior, a normalidade da distribuição dos dados apresentou diferença (RVNI p-valor 0, não é normal, e RVI p-valor 0,157, normal). O teste U de Man Whitney apresentou um p-valor de 0,165, que também um valor não relevante para ser estatisticamente aceito.

A estimação de medidas é um fenômeno muito estudado quando se trata de RV. Existem diversas pesquisas que tentam entender os motivos pelos quais os seres humanos percebem medidas de diferentes formas em cenários virtuais. Algumas pesquisas sugerem uma imersão gradual entre a complexidade de cenários (STEINICKE et al., 2009). Outras, procuram entender de que forma o ser humano faz associações com a presença de avatares que representam o usuário no mundo virtual (RIES et al., 2009), (RAGAN et al., 2012) e (PHILLIPS et al., 2010a). Há, ainda, pesquisas em que se avaliam diferentes formas de estimação de medidas, nas quais o usuário faz um percurso com os olhos abertos e, depois tenta executar o mesmo caminho em RV e, finalmente, reporta a distância equivalente (PHILLIPS; INTERRANTE, 2011).

#### **4.3.6 Compreensão espacial e visual**

Esta categoria buscou investigar as diferentes compreensões e percepções referentes ao espaço, materiais e texturas, nos dois formatos de RVs. Assim, foi solicitado aos estudantes que descrevessem o cenário virtual em que eles estavam interagindo.

Esta pergunta foi realizada durante o experimento, ou seja, o aluno não ficou disperso ao responder.

Ao seguirem a ordem do experimento, os grupos 1 e 2 responderam sobre o cenário urbano, e os grupos 3 e 4, sobre o cenário interno. A tabela 9, apresenta algumas falas relativas a compreensão espacial.

Tabela 9 - Relação de espaço no cenário urbano.

RVNI	RVI
<p>E4 Parece um cenário de um cidade mais ou menos. Vamos dizer que tem uma tipologia similar, você tem uns prédios tem um muro, as calçadas certinhas. Parece bem próximo de uma cidade que eu já conheço”.</p> <p>“E8 Eu percebo um espaço misto, residencial e comercial”.</p> <p>“E10 Aparenta ser um cenário comercial, algum lugar de uma região um pouco mais central por causa da densidade dos prédios, altos e grandes. Mas dá uma impressão de vazio”.</p> <p>“E11 Eu vejo cenário privado com uma diferenciação bem nítida do privado e do público. Mas eu vejo calçadas boas, e ciclovia”.</p>	<p>“E4 Aqui eu consigo perceber algumas coisas com um nível maior de detalhe. As plantas, eu consigo chegar bem perto delas. A sensação que eu tenho, é uma sensação de que eu estou dentro”.</p> <p>“E8 Antes eu falei que era mais residencial, mas agora me sentindo na rua, a sensação não é essa”.</p> <p>“E10 Eu sinto bem menos vazio, olhando pelo óculos. Agora o prédio parece bem menos enterrado. Ele ainda parece um prédio muito mais baixo, em especial pela proporção com as árvores. Mas agora ele parece um tamanho muito mais real”.</p> <p>“E11 Eu percebo melhor a rua, e o espaço entre os prédios”.</p>

Fonte: O autor

De acordo com a tabela anterior, é possível observar que em ambos os formatos de RVs, os alunos puderam identificar o espaço, definir usos, e ainda fazer relações. Por outro lado, ao interagirem no modo imersivo, a compreensão foi complementada, como relata E4: *Aqui eu consigo perceber algumas coisas com um nível maior de detalhe*”. Ou E8, que ao interagir no computador teve a impressão de ser um cenário residencial mas, ao migrar para o modo imersivo, pôde concluir de forma diferente: *“E8- Antes eu falei que era mais residencial, mas agora me sentindo na rua, a sensação não é essa”*. Diante disso, pode-se dizer que o formato imersivo tende a fornecer uma aproximação maior dos elementos apresentados e, no caso do respondente E10, o modo imersivo serviu para comparar a relação dos prédios com a vegetação, algo que no computador não havia sido integralmente percebido.



A tabela 10 apresenta a relação entre materiais e texturas e como cada respondente percebeu de acordo com cada formato de RV. Assim como anteriormente, é possível notar que, no modo não imersivo, os alunos conseguem perceber e compreender a representação dos materiais.

Tabela 10 - Relação entre materiais e texturas no cenário urbano.

RVNI	RVI
<p>“E3 Eu consigo entender bem os materiais, os prédios”.</p> <p>“E12 Eu consigo identificar os materiais, mas por causa da coloração, e não tanto pela textura. Parece algo mais chapado”.</p> <p>“E14 Eu estou em uma rua que tem asfalto com ciclovias, a calçada é de paralelepípedo”.</p>	<p>“E3 Eu consigo ver as texturas, consigo perceber bem as alturas dos prédios, na tela do computador eles não pareciam tão altos. Aqui, eu consigo ter a noção da altura deles. A noção de escala é bem diferente”.</p> <p>“E12 Olha, muito perto da realidade. As questões de altura, profundidade, campo visual, ficam mais evidentes. A sensação de medir, também fica mais fácil”.</p> <p>“E14 Em relação às texturas, elas parecem iguais. Mas é mais fácil de explorar o cenário”.</p>

Fonte: O autor

Da mesma forma, no modo imersivo, o relato dos respondentes torna-se mais rico em detalhes. Outro aspecto percebido de acordo com os relatos é que no modo imersivo, além de perceber as qualidades visuais representadas, os alunos iniciam uma série de comparações entre escala, proporção e medidas.

O mesmo formato de questão foi realizado no cenário interno, respondido pelos grupos 3 e 4. A tabela 11 apresenta algumas falas relativas a percepção espacial.

Tabela 11 - Relação de espaço no cenário interno.

RVNI	RVI
<p>“E23 As texturas são mais presentes olhando no computador parece ser mais resolvido”.</p> <p>“E24 Aqui eu consigo ver tipo todo o cenário e com óculos eu conseguia ver só uma parte. Quando eu olhava para a cozinha, eu só via a cozinha, aqui eu consigo ver todos os espaços ao mesmo tempo”.</p>	<p>“E23 É bem tranquilo de identificar o uso e o espaço. Eu me sinto presente consigo identificar o que está acontecendo”.</p> <p>“E24 É uma cozinha americana com balcão duas banquetas uma geladeira”.</p>

Fonte: O autor

Relativo ao cenário interno, nos dois formatos de RVs, os alunos conseguiram identificar tanto o espaço como os respectivos usos. Entretanto, nesse caso, os alunos reportaram que no formato não imersivo, conseguiram perceber o cenário em sua totalidade, algo que no óculos eles perceberam como mais limitado. E 23, ainda ressaltou a questão do senso de presença que ajudou a perceber o espaço ao seu redor. A tabela 12 apresenta alguns relatos referente aos materiais e texturas.

Tabela 12 - Relação entre materiais e texturas no cenário interno.

RVNI	RVI
<p>“E22 Acho que é mais fácil de ver os móveis, os arranjos.</p> <p>“E26 A gente tem ideia do que é mas não fica com uma textura real do que é o material. No óculos parecia mais real aqui parece mais 2D”.</p> <p>“E27 Eu ainda consigo identificar bem os materiais, pelo computador fica bem bom de visualizar.”</p> <p>“E28 Eu acho que eu só descreveria de uma maneira diferente. A ordem, a percepção em si, é a mesma. Antes eu sabia dizer, porque eu estava posicionado naquela localização, agora eu vejo de fora”.</p>	<p>“E22 tem um quarto que parece uma kitnet. É um quarto com uma televisão com os livros em cima, tem uma cozinha”.</p> <p>“E26 Dá para ter bastante a ideia dos revestimentos, dos materiais utilizados. Acho que o perímetro também é bem estabelecido”.</p> <p>“E27 Dá para identificar bem os materiais.”</p> <p>“E28 eu consigo ver a Copa da cozinha, tem uma parede de tijolo, tem um espaço com os dois metros e meio entre a cama e a cozinha, tem os criados-mudos”.</p>

Fonte: O autor

A percepção visual relativa aos materiais e texturas também foi relatada de forma precisa. Da mesma forma que aconteceu anteriormente, foi relatado que no computador o respondente conseguia ter uma ideia mais ampla do cenário, como relatado por E22: *Acho que é mais fácil de ver os móveis, os arranjos*”; e E28: *“agora eu vejo de fora.*

Ao comparar os relatos entre o cenário urbano e interno, nota-se que no urbano, os alunos relatavam mais detalhes ao interagir pelo modo imersivo, pois este aproximava mais o aluno dos detalhes, e os faziam realizar comparações. No cenário interno os relatos foram equivalentes; entretanto, a interação no computador proporcionou mais a ideia do todo.

#### 4.3.7 Sensações e emoções

Esta categoria buscou investigar as sensações e emoções dos respondentes durante o experimento e entre os formatos de RVs. Da mesma forma, os grupos 1 e 2 responderam sobre o cenário urbano e os grupos 3 e 4 sobre o cenário interno.

A tabela 13 apresenta alguns relatos referentes ao cenário urbano. Os relatos foram gravados enquanto os respondentes exploravam o cenário virtual.

Tabela 13 - Sensação e emoções, cenário urbano.

RVNI	RVI
<p>“E1 Parece que está um pouco árido, mas a gente acaba se habituando a trabalhar neste tipo de modelo, sem muita ambientação. Eu não sinto muita profundidade”.</p> <p>“E2 Eu acho que gostei bastante desse caminho, eu vejo que é acessível, só que eu não vejo postes, e fios. Eu me sinto um pouco enclausurada, porque tem muitos muros”.</p> <p>“E4 Eu sinto uma certa tranquilidade porque não tem carro, não tem nada”.</p> <p>“E6 Acho que pela falta de fachada ativa deixa um lugar meio vazio”.</p>	<p>“E1 A impressão que dá é que seria um dia quente. Mas isso acredito que depende um pouco das cores que foram escolhidas, e das texturas. Mas eu ainda sinto um pouco de aridez. Com certeza, se eu estivesse em um lugar assim tão vazio, talvez eu me sentisse até assustado. Falta um pouco de vida, faltam carros, lixo, pessoas”.</p> <p>“E2 Ainda parece um pouco vazio, mas acredito que se tivesse algumas pessoas já pareceria mais normal”.</p> <p>“E4 Na verdade, até parece que eu estou no lugar de fato. Mas por estar tudo vazio, parece</p>

<p>“E10 Nossa que difícil, acho que dá uma sensação de vazio, de silêncio”.</p> <p>“E14 Parece tranquilo”.</p>	<p>um deserto.”</p> <p>“E6 É estranho o fato de não ter fim, pois eu vejo cinza no horizonte”.</p> <p>“E10 Eu acho que ainda sinto um pouco vazio, falta movimento. As coisas não se movimentam, estão todas estáticas. “</p> <p>“E14 Parece tranquilo mas não tem pessoas”.</p>
--	--

Fonte: O autor

De acordo com os relatos apresentados, nota-se que, diversas vezes o termo “*árido*”, “*vazio*”, “*isolamento*”, “*deserto*” e “*silêncio*”, foram recorrentes. Tanto no modo não imersivo como no imersivo, os respondentes buscavam por elementos que os aproximassem da realidade, como pessoas, carros, e vida.

Como relatado por E1: “*mas a gente acaba se habituando a trabalhar neste tipo de modelo, sem muita ambientação*”, apesar de estar acostumado com este formato de representação, possivelmente, se existisse elementos reais e movimento, este aluno poderia ter uma sensação mais próxima da realidade.

Por outro lado, E4 relata o termo “*tranquilidade*”, porém, ao navegar no modo imersivo, assim como os outros alunos o fizeram, relatou a sensação de “*vazio*”. E 14 relatou nos dois modos de RVs, o termo “*tranquilidade*”, mas no modo imersivo sentiu falta de pessoas; ele, assim como outros alunos, buscava por elementos que o fizesse se sentir em um local real.

A tabela 14 apresenta alguns relatos dos estudantes referente ao cenário interno. Da mesma forma, nota-se uma variada gama de sensações.

Tabela 14 - Sensações e emoções, cenário interno.

RVNI	RVI
<p>“E22 O cenário está muito certinho acho que ele precisa de um pouco mais de bagunça”.</p> <p>“E23 Para mim ele é muito colorido, mas é bem resolvido”.</p>	<p>“E22 Eu sinto tudo muito perfeito”.</p> <p>“E23 A combinação de cores me deixa um pouco perturbada”.</p> <p>“E24 A cozinha está um pouco apertada, caso</p>

<p>“E24 Se fosse só para eu usar, acredito que estaria bom, mas se fosse para mais de uma pessoa, tipo um casal, seria meio apertado”.</p> <p>“E26 Eu não consigo perceber de onde vem a luz natural”</p> <p>“E29 Eu sinto esse cenário bem resolvido, só a televisão eu mudaria de lugar”.</p>	<p>duas pessoas quisessem se movimentar ali”.</p> <p>“E26 Parece ser um cenário jovial, com várias referências pop”.</p> <p>“E29 Realmente olhando assim eu não gostei da posição da TV, acho que me sentiria ruim ver TV assim meio de lado”.</p>
---	--

Fonte: O autor

No cenário interno foram relatados termos como: “*certinho*”, “*apertado*”, “*perfeito*”, “*jovial*”, “*funcional*” e “*pequeno*”. Nota-se que alguns termos são relativos a um senso crítico relativo ao estilo decorativo e outros, ao senso espacial. E24, por exemplo, ainda analisa que para uma só pessoa usar o espaço, este estaria adequado, entretanto, se mais uma pessoa estivesse ali, poderia se sentir apertada. E29, por sua vez, disse que teve uma percepção espacial em relação a TV, e que a partir do computador entendeu que seria difícil de visualizar. Ao migrar para o modo imersivo, por estar mais próximo da sensação real, este concluiu que mudaria a TV para outro local mais adequado.

#### 4.3.8 Ergonomia física do Google Cardboard

Esta categoria buscou investigar a experiência dos alunos referente ao uso do óculos de RVI. A seguinte questão foi proposta aos alunos: qual a sua opinião quanto ao tamanho, formato e peso do óculos de Realidade Virtual? A tabela 15, apresenta alguns relatos acerca da opinião dos alunos.

Tabela 15 - Relatos sobre experiência com google cardboard.

Relatos
<p>“E3 Eu acho bom, me parece bem prático. O tamanho e o peso não incomodam”.</p> <p>“E4 Eu acho que é tranquilo. Eu acho o óculos leve. Depois de usar um certo de tempo, me deu dor de cabeça. Mas ele é leve e fácil de segurar”.</p> <p>“E6 Eu acho o óculos bem leve. Eu só faria um formato mais ergonômico, ou colocaria algo que</p>

prendesse na minha cabeça".

"E7 Acho que o formato não é tão ergonômico, mas o peso está okay, e o tamanho também está ótimo".

"E10 Eu acho que é bem confortável honestamente. Talvez, se ele ficasse preso na cabeça, seria melhor para uso mais prolongado".

"E13 Acho que o óculos poderia ser um pouco mais largo, mas está bem confortável. Eu acho que se fosse um pouco maior, ou se ele estivesse a preso na minha cabeça, seria mais confortável"

"E28 "Eu acho que está tudo okay, só sinto que o meu nariz fica incomodando um pouco. Talvez, se tivesse um suporte macio, facilitaria mais".

Fonte: O autor

Nota-se pelos relatos que o peso do óculos não atrapalha a experiência durante o uso. Entretanto, em relação ao formato do óculos, algumas falas reportam que ergonomicamente necessitaria de ajustes. E6, E10 e E13, por exemplo, sugeriram que se o óculos fosse preso à cabeça, seria mais confortável. E28, por sua vez, sugeriu um material mais macio na região do nariz.

#### **4.3.9 Opinião sobre os formatos de RVs**

Esta categoria questionou aos respondentes quanto às suas percepções referentes a cada formato de RV e como eles poderiam usar este tipo de tecnologia no dia a dia. Esta foi a última pergunta do questionário e foi realizada após o aluno interagir com os dois cenários virtuais.

Os relatos mostram que os alunos conseguem relacionar os dois modos de RVs, suas particularidades e usos em situações de projeto. Assim como relata E1:

"Eu me vejo usando este formato para dois momentos. O primeiro seria partido, em que a gente faz a maquete física e depois tenta reproduzir aquilo para o software. E, para o final, talvez, no meio do trabalho eu não me vejo usando. Mas as diferenças que eu percebi são em relação à escala. No óculos eu percebi muito melhor. Por exemplo, o muro no computador eu percebia maior e no óculos eu percebi ele menor"

Mais uma vez a correlação entre o todo e o específico que cada formato de RV proporciona foi relatado. O fato de a visão no computador estar distanciada proporciona uma visão geral do projeto. O óculos, ao mostrar a visão relativa de um pedestre, favorece uma sensação mais real do projeto. Esta relação de uso foi relatada por E4:

Para ter a visão do todo, acho que o computador é melhor, mas é como se eu estivesse olhando uma imagem, uma foto. Quando você está dentro, essa proximidade te faz entender melhor. Até te dá uma certa estranheza, porque você consegue olhar mais os detalhes. Eu usaria a realidade virtual mais para layout interno, quando você quer mostrar um cenário por dentro, é melhor usar o óculos. Em uma situação urbana, quando você quer mostrar a escala do pedestre, acho que o óculos é melhor em relação ao computador”

Outro aluno relatou o fato de que cada formato tem suas particularidades. O uso do computador favorece por poder ajustar a sua altura, e assim, poder olhar diferentes ângulos do projeto. Já no óculos, o mesmo aluno indagou a relação de análise de projeto que o óculos favorece, uma vez que ele pôde se sentir dentro do projeto e testar suas ideias, conforme E7:

“Eu vejo que o óculos é mais para ver e ter percepções humanas. O que o óculos não me dá é que eu consigo mudar a escala como quando eu estou no computador, eu consigo mudar a minha altura. Mas, para ver o resultado final, o óculos é bem melhor. Quando eu quero perceber a largura das coisas, ter noção a sensação que dá. A vantagem do tradicional é realmente a mudança de escala na hora de projetar. Eu acho que eu conseguiria usar o óculos em estágios iniciais de projeto, em estudos de massa talvez. Mas, eu acho que o óculos é bom para testar as minhas ideias. Eu poderia fazer algo no computador e depois testar aqui, porque agora eu apenas tento enquadrar a minha visão no programa para ter a ideia de como vai ficar”

E 23 fez uma relação sobre a percepção visual que o computador proporciona. Este aluno afirmou que no computador as texturas ficam mais evidentes. Da mesma forma, ele destacou que o senso de presença ajuda na questão de análise e

percepção do espaço, justamente por se sentir dentro do projeto. Em seu argumento, o aluno destaca que ambos os formatos são complementares:

“Eu acho que no computador as coisas estão um pouco mais nítidas, como a textura. Mas o óculos te deixa mais dentro do lugar, mesmo que o campo visual seja um pouco restrito, ele me deixa mais para dentro do que pelo computador. Eu acho que os dois se complementam. Talvez para parte interna, eu acho que o óculos seria mais interessante justamente por te colocar lá dentro. O computador também é funcional, mas no óculos resolve um pouco melhor em relação a te colocar dentro do cenário. O óculos facilita a imaginação do espaço, já no computador eu tenho que imaginar muito, e no óculos eu consigo realmente sentir o teu estou lá”

Em uma situação acadêmica, como entrega de projeto, E28 relaciona o potencial de uso da RVI, pois em alguns momentos os professores não entendem as sutilezas do projeto. O aluno argumenta que, se o professor estiver imerso no projeto, poderia entender melhor a sua ideia, conforme seu relato:

“O impulso de andar enquanto eu estou usando óculos, é muito forte, mas aí eu reconheço que eu preciso clicar. Mas eu me sinto super presente dentro do cenário virtual. O óculos seria legal para entrega de projeto. Mas, também, os professores não entendem muito os nossos projetos, então, talvez com esse formato imersivo eles entenderiam melhor as nossas ideias. Algumas sutilezas de projeto eu acho que tem alguns professores que não têm um olhar preparado para entender. Por isso eu acho que no óculos seria melhor para as pessoas entenderem as sutilezas do projeto”.

Diante dos relatos dos alunos, nota-se que a relação de cada formato de RV e suas vantagens são entendidas. O computador tende a mostrar uma visão mais distante do projeto, o que favorece uma análise e percepção do todo. Já o óculos, por proporcionar a sensação de estar dentro do projeto, mostra a visão de um pedestre. Nota-se, também, que os alunos entendem que ambos os formatos de RVs se complementam.



## 5 Considerações finais e trabalhos futuros

Esta pesquisa de mestrado se propôs a investigar e comparar as diferentes percepções que estudantes de arquitetura e urbanismo têm ao interagirem com a RVNI e RVI de baixo custo. Com vistas a realizar a investigação proposta, foram realizados procedimentos exploratórios, tais como oficinas de Realidade Virtual e entrevistas com professores de arquitetura e urbanismo. Esses procedimentos mostraram-se necessários para se entender o contexto acadêmico, desenvolver um experimento e testá-lo com os alunos, visando identificar as diversas percepções.

Durante a aplicação das oficinas de RV, pôde-se identificar que os alunos apresentaram diferentes percepções entre a interação no computador e no óculos de RVI.

Nas oficinas, durante a etapa de ideação, os alunos imaginavam e criavam cenários em 3D que representavam uma instalação artística; contudo, na tela do computador, o aluno percebia um distanciamento do projeto e apenas imaginava a relação entre escala humana e escala representada.

Após a realização da etapa de ideação, ao se passar para o modo imersivo, notou-se que o senso de presença fez com que os alunos analisassem o espaço de forma proporcional.

No modo imersivo, diante da visão de escala humana, os alunos puderam fazer relações entre materiais, formas, iluminação e, com estas novas percepções, realizaram validações e alterações no projeto.

Ainda durante a realização das oficinas, notou-se também que os alunos tiveram um rendimento satisfatório sobre a configuração dos modelos 3D e sobre a interação com o dispositivo de RVI. O rendimento satisfatório observado entre os alunos pode ter sido por causa da familiaridade que a maioria deles têm com tecnologias como Internet, celulares, e computadores.

As oficinas permitiram aos alunos a apropriação de forma rápida das diferentes percepções oportunizadas pelos formatos de RVs fazendo-os admitir o interesse em incorporá-los em projetos futuros.

As entrevistas com os professores evidenciaram que o uso das tecnologias digitais poderia ser melhor explorado; entretanto, por questões como infraestrutura física, equipamentos, e formação acadêmica, os métodos experimentais tendem a se perpetuar como uma solução viável.

A apresentação aos professores do formato de RVI de baixo custo mostrou-se importante, pois eles puderam interagir e imaginar diversas situações em que os alunos poderiam perceber melhor os aspectos de um projeto.

Diante das ideias propostas pelos professores, tornou-se possível desenvolver cenários virtuais para serem aferidas junto aos alunos suas percepções relativas ao espaço, tais como: altura (dimensão vertical), largura e profundidade (dimensões horizontais) e relativas aos aspectos visuais (luz, cor e textura).

Tanto na aplicação do experimento quanto na realização das oficinas, foi possível perceber que os alunos tiveram facilidade para interagirem com os cenários virtuais, tanto no computador como no óculos de RVI.

No que se refere à interação com o computador, os alunos usavam a visualização mental para imaginarem como aquele espaço seria na realidade. No modo imersivo, notou-se que os alunos demonstravam surpresa, uma vez que diziam se sentirem dentro do projeto. Ressalte-se que isso pode ser resultante do senso de presença e visão em primeira pessoa.

Através do experimento, foi possível classificar categorias dentro da percepção espacial e visual. Essas categorias relacionam-se a(o): altura real e percebida, senso de presença, interação e movimentação, campo visual, estimação de medidas, sensações e emoções, ergonomia física do Google cardboard e opinião sobre os formatos de RVs.

Das categorias relacionadas acima, aquelas referentes à emoção e à ergonomia física foram aferidas a partir dos relatos verbais. As demais categorias puderam ter a hipótese nula (resultado da mediana igual) e alternativa (resultado da mediana diferente) testadas. Diante dos testes estatísticos, a hipótese nula apresentaria resultados sem diferença de percepção entre os formatos de RVs e a hipótese alternativa apresentaria diferença significativa entre os formatos.

No que se refere à categoria de altura real e percebida, na qual o aluno reportava se sentia mais alto ou mais baixo nos dois modos de RVs, apenas o grupo 3 (que iniciou a interação pela RVNI e passou para a RVI, no cenário interno) apresentou a hipótese alternativa (há diferença). Os alunos dos outros grupos não apresentaram diferença significativa no teste estatístico, ou seja, a hipótese nula (não há diferença) pôde ser evidenciada. Entretanto, o grupo 4 apresentou um p-valor menor do que do cenário urbano (embora não tenha significância estatística

relevante) podendo sugerir que há maior familiaridade com as proporções do cenário interno.

Ainda no que se refere à categoria altura real e percebida, os alunos relataram que a visualização do projeto computador fazia-os sentirem-se numa posição distante do cenário virtual. Por outro lado, ao interagirem através da RVI, os alunos relatavam possuir uma visão de escala humana. Nessa interação com a RVI, mesmo que percebessem alguma variação entre sua altura real e a altura percebida, os alunos diziam se sentirem mais próximos ou mais imersos no projeto.

O senso de presença mostrou-se como fator relevante dentre as categorias aferidas. Todos os grupos, nos testes estatísticos, apresentaram valores significativos referente à hipótese alternativa. Isso sugere que a RVI apresenta uma sensação de presença mais elevada se comparada ao formato não imersivo.

Acredita-se que o senso de presença influencie outros aspectos da percepção humana, uma vez que a sensação de estar dentro do mundo virtual proporciona uma visão de escala humana e isso pode favorecer ao indivíduo ter uma percepção de estar fisicamente no cenário virtual.

A categoria de percepção de interação e movimentação buscou identificar se haveria diferença entre o uso do computador e do óculos de RVI. Nos testes estatísticos, apenas o grupo que iniciou o experimento pelo computador apresentou a hipótese nula, ou seja, não houve diferença entre os formatos de RVs. Os demais grupos apresentaram valores significativos, o que sugere uma diferença de percepção.

No tocante ao óculos de RVI, a interação referente à rotação da cabeça acontece mediante a rotação real; já no computador, a rotação da câmera (que representa a visão do indivíduo) é feita pelo mouse. Desta forma, é possível argumentar que a RVI proporciona uma interação mais natural se comparada com o computador.

Referente ao campo visual, apenas os grupos 1 e 2, os quais interagiram com o cenário urbano, apresentaram a hipótese nula, ou seja, não há uma diferença de percepção significativa. Isto pode se referir ao fato de que, em ambientes externos, a amplitude visual é maior.

Os grupos que interagiram com o cenário interno apresentaram a hipótese alternativa, ou seja, o teste estatístico indica diferença de percepção no campo visual. A partir dos relatos dos alunos, percebe-se que isto pode estar relacionado

ao fato de que, ao olharem a imagem plana na tela do computador, o campo visual é o real dos indivíduos. Isto pode justificar alguns relatos nos quais os estudantes reportaram que, no computador, percebiam o projeto na sua totalidade, uma vez que eles o observavam de uma posição distante e podiam navegar para qualquer direção dentro dele.

Em relação à percepção de medidas entre os formatos de RVs, todos os 4 grupos apresentaram a hipótese nula, evidenciando-se, assim, que não há diferença entre a percepção de estimar dimensões no computador e no óculos de RVI. Entretanto, ao comparar a média de erro referente a tais estimativas, notou-se que, no modo imersivo, os alunos tendem a errar menos. Isto pode estar relacionado à sensação de se estar presente no mundo virtual e, com isso, percebem-se as dimensões mais próximas a realidade.

Em relação às sensações e emoções dos alunos durante o experimento, notou-se que, a todo momento, eles buscavam por elementos ou aspectos relativos ao mundo real. Isso explica o fato de que em alguns relatos houve menção da sensação de isolamento, solidão e a descrição do cenário como sendo um lugar de aspecto árido. Nesse sentido, ressaltou-se que a ausência de carros, pessoas e outros elementos do mundo real foi relatada por muitos alunos.

A percepção dos alunos quanto ao vazio do cenário sugere que um maior número de elementos, objetos ou aspectos do mundo real se façam presentes no mundo virtual para que o usuário tenha referências conhecidas e, com isso, tenha mais familiaridade ao interagir com cenários virtualmente construídos.

Os aspectos ergonômicos do dispositivo de RVI de baixo custo demonstram que tanto o tamanho quanto o peso são classificados como satisfatórios pelos alunos. Já no que se refere ao conforto no uso desse dispositivo, a maioria dos alunos relataram a necessidade de ajustes. Nesse sentido, alguns alunos sentiram que na região em que o óculos de RVI encosta no nariz, poderia haver um anteparo feito de material mais macio. Outra sugestão dos alunos foi que o dispositivo poderia estar preso à cabeça por algum tipo de elástico.

O dispositivo de baixo custo despertou o interesse de parte considerável dos alunos que, por sua vez, relatou a intenção de usá-lo em projetos futuros.

A investigação e a comparação das diferentes percepções que estudantes de arquitetura e urbanismo têm ao interagirem com a RVNI e RVI de baixo custo, realizada no âmbito desta pesquisa, demonstrou que, em alguns casos, observam-se

diferenças de percepção entre os formatos de RVs. Entretanto, devido às limitações dos métodos e tecnologias utilizadas neste trabalho, não se pode afirmar que os resultados obtidos neste estudo sejam totalmente universais.

Considerando que a percepção humana é peculiar a cada indivíduo, sugere-se que em estudos futuros, sejam testados dispositivos de alto custo que possam captar a movimentação do indivíduo em tempo real, proporcionar um campo visual maior que se aproxime da visão humana, ou seja, 180°, bem como um modelo de interação mais intuitiva. Além disso, sugere-se que nesses estudos os cenários possam dispor de diferentes aspectos visuais, tais como volumes e diferentes níveis de detalhes quanto aos objetos e materiais constitutivos.

## 6 Referências

ABDELHAMEED, W. A. Virtual Reality Use in Architectural Design Studios: A Case of Studying Structure and Construction. **Procedia Computer Science**, Isa Twon, ed. 25, p. 220-230, 2013. DOI <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.027>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050913012325>. Acesso em: 22 maio 2019.

ALATTA, R. A.; FREEWAN, A. Estigating the Effect of Employing Immersive Virtual Environment on Enhancing Spatial Perception Within Design Process. **Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research**, Jordan, v. 11, ed. 2, p. 219-238, 2017. DOI: 10.26687/archnet-ijar.v11i2.1258. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318875874> Investigating the effect of employing immersive virtual environment on enhancing spatial perception within design process. Acesso em: 22 maio 2019.

ANGULO, A. Rediscovering Virtual Reality in the Education of Architectural Design: The immersive simulation of spatial experiences. **Ambiances: Environnement sensible, architecture et espace urbain**, [s. l.], ed. 1, p. 25, 2015. DOI: 10.4000/ambiances.594. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320018123> Rediscovering Virtual Reality in the Education of Architectural Design The immersive simulation of spatial experiences. Acesso em: 22 maio 2019.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 9. ed. Florianópolis: UFSC, 2017. 315 p. ISBN 853280666X.

CALVO, X. et al. Qualitative assessment of urban virtual interactive environments for educational proposals. **Association for Computing Machinery: Proceedings of 6th International Conference Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality**, New York, p. 7, 2018. DOI 10.1145/3284179.3284295. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3284295>. Acesso em: 22 maio 2019.

CHANG, Y. 3D-CAD effects on creative design performance of different spatial abilities students. **Journal of Computer Assisted Learning**, New York, v. 30, ed. 5, p. 397-407, 2014. DOI 10.1111/jcal.12051. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2856010>. Acesso em: 22 maio 2019.

COREN, S.; WARD, L. M.; ENNS, J. T. **Sensation and Perception**, 6th Edition. 66. ed. [S. l.]: Wiley, 2004. 608 p. ISBN 0471272558.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. Pesquisa de Métodos Mistos. 2 ed. Porto Alegre, RS: Associação Brasileira de direitos reprográficos, 2013.

THANH, V. D. H.; PUI, O.; CONSTABLE, M. Room VR: A VR Therapy Game For Children Who Fear The Dark. **Proceedings of SA '17 Posters**, Bangkok, p. 27-30, 2017. DOI <https://doi.org/10.1145/3145690.3145734>. Disponível em: <http://delivery.acm.org/10.1145/3150000/3145734>. Acesso em: 22 maio 2019.

DIZIO, P.; LACKNER, J. R. Spatial Orientation, Adaptation, and Motion Sickness in Real and Virtual Environments. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 1, n. 3, p. 319–328, 1992. DOI <https://doi.org/10.1145/3145690.3145734>. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2870749>. Acesso em: 22 maio 2019.

DOKONAL, W.; KNIGHT, M. W.; DENG, E. VR or Not VR - No Longer a Question?. **ECAADe 2016 34th Annual Conference: Complexity & Simplicity - Proceedings of the 34th eCAADe Conference, Finlandia**, v. 2, p. 573-579, 2016. Disponível em: [http://ecaade.org/testsite/wp-content/uploads/2016/09/eCAADe2016\\_volume2\\_lowres.pdf](http://ecaade.org/testsite/wp-content/uploads/2016/09/eCAADe2016_volume2_lowres.pdf). Acesso em: 22 maio 2019.

ERCOLE, F. F.; MELO, L. S. DE; ALCOFORADO, C. L. G. C. Integrative review versus systematic review. **Reme: Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 9–11, 2014. Disponível em: <http://www.reme.org.br/artigo/detalhes/904>. Acesso em: 22 maio 2019.

EREN, E. T.; DÜZENLİ, T.; YILMAZ, S. Comparison of the Use of Conventional and Digital Visualization Technologies in Environmental Design Education. **Croatian Journal of Education**, v. 20, n. 4, p. 1149–1171, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/330779383\\_Comparison\\_of\\_the\\_Use\\_of\\_Conventional\\_and\\_Digital\\_Visualization\\_Technologies\\_in\\_Environmental\\_Design\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/330779383_Comparison_of_the_Use_of_Conventional_and_Digital_Visualization_Technologies_in_Environmental_Design_Education). Acesso em: 22 maio 2019.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de Análise de Dados: Estatística e Modelagem Multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. 1216 p.

GIBBS, G. **Análise de Dados Qualitativos**. Porto Alegre, RS: Associação Brasileira de direitos reprográficos, 2009.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010.

GOMES FILHO, J. **Gestalt do Objeto: Sistema de Leitura Visual da Forma**. 1. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2000.

GRAU, O. **A arte virtual: Da ilusão a imersão**. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP / Editora SENAC, 2007.

HERMUND, A.; KLINT, L.; BUNDGÅRD, T. S. The Perception of Architectural Space in Reality, in Virtual Reality, and through Plan and Section Drawings: A case study of the perception of architectural atmosphere. Computing for a better tomorrow: **eCAADe 2018: Computing for a better tomorrow - Faculty of Civil Engineering, Architecture and Environmental Engineering, Polonia**, v. 36, p. 735-744, 2018. Disponível em: <http://www.ecaade.org/prev-conf/archive/ecaade2018/www.ecaade2018.p.lodz.pl/index.html>. Acesso em: 22 maio 2019.

HEYDARIAN, A. et al. Immersive virtual environments versus physical built environments: A benchmarking study for building design and user-built environment explorations. **Automation in Construction**, v. 54, p. 116–126, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580515000606>. Acesso em: 22 maio 2019.

HUANG, T.; JIANG, S. Influence of digital computer technology on architectural design teaching mode. **IFIP Advances in Information and Communication Technology**, v. 419, p. 123–127, 2014. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-54344-9\\_15](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-54344-9_15). Acesso em: 22 maio 2019.

JERALD, J. **The VR Book Human-Centered Design for Virtual Reality**. 1. ed. Washington: Association for Computing Machinery, 2016.

KIM, G. J. **Designing Virtual Reality Systems -The Structured Approach**. 1. ed. London: Springer, 2005.

KIM, J.; INTERRANTE, V. Dwarf or Giant: The Influence of Interpupillary Distance and Eye Height on Size Perception in Virtual Environments. **Proceedings of International Conference on Artificial Reality and Telexistence & Eurographics Symposium on Virtual Environments**, p. 153–160, 2017. Disponível em: <https://www-users.cs.umn.edu/~interran/johnny17.pdf>. Acesso em: 22 maio 2019.

KIM, M. J. et al. Virtual reality for the built environment: A critical review of recent advances. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 18, n. July, p. 279–305, 2013. Disponível em: <https://espace.curtin.edu.au/handle/20.500.11937/48139>. Acesso em: 22 maio 2019.

KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Literature Reviews. **Keele University & Durham University, UK**, p. 33, 2004. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf>. Acesso em: 22 maio 2019.

KLERK, R. DE et al. Usability studies on building early stage architectural models in virtual reality. **Automation in Construction**, v. 103, n. July 2016, p. 104–116, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580517311378>. Acesso em: 22 maio 2019.

KOUTSABASIS, P. et al. On the value of Virtual Worlds for collaborative design. **Design Studies**, v. 33, n. 4, p. 357–390, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X11000974>. Acesso em: 22 maio 2019.

KOUZELEAS, S.; MAMMOU, O. Architectural , Urban Digital Design and Spatial Simulation Tools in Digital Cities Cartography : Contribution in Spatial Design and Perception. **American International Journal of Contemporary Research**, v. 2, n.



8, p. 237–256, 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/230887240\\_Architectural\\_Urban\\_Digital\\_Design\\_and\\_Spatial\\_Simulation\\_Tools\\_in\\_Digital\\_Cities\\_Cartography\\_Contribution\\_in\\_Spatial\\_Design\\_and\\_Perception](https://www.researchgate.net/publication/230887240_Architectural_Urban_Digital_Design_and_Spatial_Simulation_Tools_in_Digital_Cities_Cartography_Contribution_in_Spatial_Design_and_Perception). Acesso em: 22 maio 2019.

KREUTZBERG, A. New Virtual Reality for Architectural Investigations. **In Fusion, Proceedings of the 32nd International Conference on Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe**, Newcastle, v. 2, p. 253-260, 2014. Disponível em: <https://cumincad.architexturez.net/doc/oai-cumincadworks-id-ecaade2014-188>. Acesso em: 22 maio 2019.

LEE, A. D.; CRILE, B.; SCHERER, J. Design Instrumentation in an Immersive Virtual Environment. **Anais...Cincinnati 2018: University of Cincinnati**, 2018. Disponível em: <https://journals.uc.edu/index.php/ncbds/article/view/814>. Acesso em: 22 maio 2019.

LEYRER, M. et al. The importance of postural cues for determining eye height in immersive virtual reality. **PLoS ONE**, v. 10, n. 5, p. 1–23, 2015a. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0127000>. Acesso em: 22 maio 2019.

LEYRER, M. et al. Eye Height Manipulations: A Possible Solution to Reduce Underestimation of Egocentric Distances in Head-Mounted Displays. **ACM Trans. Appl. Percept.**, v. 12, n. 1, p. 1:1–1:23, fev. 2015b. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0127000>. Acesso em: 22 maio 2019.

MAHMOUD, A. H. A. Assessment Of Visual Perception Of Web-Based Virtual Environments Simulations Of An Urban Context. **Archnet-IJAR**, v. 5, n. 1, p. 114–126, 2011. Disponível em: <https://archnet.org/publications/5464>. Acesso em: 22 maio 2019.

MALARD, M. L.; KÖLLN, E. B. A imersão virtual em espaços arquitetônicos e a sua colaboração nas decisões de projeto. **SIGRADI**, n. 1838, p. 301–303, 2010. Disponível em: [http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2010\\_301.content.pdf](http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2010_301.content.pdf). Acesso em: 22 maio 2019.

MARINI, B. P. R.; LOURENCO, M. C.; BARBA, P. C. DE S. DELLA. Systematic Literature Review on Models and Practices of Early Childhood Intervention in Brazil. **Revista paulista de pediatria : orgao oficial da Sociedade de Pediatria de Sao Paulo**, v. 35, n. 4, p. 456–463, 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-05822017000400456&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-05822017000400456&lng=pt&nrm=iso&tlng=en). Acesso em: 22 maio 2019.

MEMIKOĞLU, İ. Utilization of Second Life as a Tool for Spatial Learning in Interior Architecture. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 116, p. 1288–1292, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814004017>. Acesso em: 22 maio 2019.

MENEZES, A.; MURILO, F.; RAMOS, G. Perceive to learn to perceive : an experience with virtual reality devices for architecture design learning. **xxii congresso da sociedade iberoamericana de gráfica digital. Anais...**São Carlos: 2018. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/perceive-to-learn-to-perceive-an-experience-with-virtual-reality-devices-for-architecture-design-learning-29829>. Acesso em: 22 maio 2019.

MILOVANOVIC, J. et al. Virtual and Augmented Reality in Architectural Design and Education An Immersive Multimodal Platform to Support. **Conference: Future Trajectories of Computation in Design, 17th International Conference, CAAD Futures** 2017, Istanbul, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/319665970\\_Virtual\\_and\\_Augmented\\_Reality\\_in\\_Architectural\\_Design\\_and\\_Education\\_An\\_Immersive\\_Multimodal\\_Platform\\_to\\_Support\\_Architectural\\_Pedagogy](https://www.researchgate.net/publication/319665970_Virtual_and_Augmented_Reality_in_Architectural_Design_and_Education_An_Immersive_Multimodal_Platform_to_Support_Architectural_Pedagogy). Acesso em: 22 maio 2019.

NUNO, R. **Multimédias e tecnologias Interactivas**. 2 edição ed. [s.l.] Lidel edições técnicas, 2002.

PAES, D.; ARANTES, E.; IRIZARRY, J. Immersive environment for improving the understanding of architectural 3D models: Comparing user spatial perception between immersive and traditional virtual reality systems. **Automation in Construction**, v. 84, p. 292–303, 2017a. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580517308361>. Acesso em: 22 maio 2019.

PARAISO, K.; INTERRANTE, V. Can Virtual Human Entourage Elements Facilitate Accurate Distance Judgments in VR? **International Conference on Virtual Reality and Augmented Reality. Anais...**Minneapolis MN: 2017Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-72323-5\\_8](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-72323-5_8). Acesso em: 22 maio 2019.

PARISI, T. **Learning Virtual Reality**. 1 edição ed. Sebastopol,: O’Reilly Media, Inc. , 2015.

PHILLIPS, L. et al. Avatar Self-Embodiment Enhances Distance Perception Accuracy in Non-Photorealistic Immersive Virtual Environments. **2010 IEEE Virtual Reality Conference (VR)**, p. 115–1148, 2010a. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5444802>. Acesso em: 22 maio 2019.

PHILLIPS, L. et al. A Further Assessment of Factors Correlating with Presence in Immersive Virtual Environments. **Proceedings of the Joint Virtual Reality Conference of EGVE. Anais...**Stuttgart: researchgate, 2010b. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/220901752\\_A\\_Further\\_Assessment\\_of\\_Factors\\_Correlating\\_with\\_Presence\\_in\\_Immersive\\_Virtual\\_Environments](https://www.researchgate.net/publication/220901752_A_Further_Assessment_of_Factors_Correlating_with_Presence_in_Immersive_Virtual_Environments). Acesso em: 22 maio 2019.

PHILLIPS, L.; INTERRANTE, V. A Little Unreality in a Realistic Replica Environment Degrades Distance Estimation Accuracy. **2011 IEEE Virtual Reality Conference**, p. 235–236, 2011. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5759485>. Acesso em: 22 maio 2019.

RAGAN, E. D. et al. The Effects of Virtual Character Animation on Spatial Judgments. **2012 IEEE Virtual Reality Workshops (VRW)**, p. 141–142, 2012. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2224760>. Acesso em: 22 maio 2019.

RAHIMIAN, F. P.; IBRAHIM, R. Impacts of VR 3D sketching on novice designers' spatial cognition in collaborative conceptual architectural design. **Design Studies**, v. 32, n. 3, p. 255–291, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X10000839>. Acesso em: 22 maio 2019.

RAHMANI, A. M. et al. A New Implementation of Head-Coupled Perspective for Virtual Architecture. **Emerging Experience in Past, Present and Future of Digital Architecture: Proceedings of the 20th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia**, Asia, p. 251-260, 2015. Disponível em: [http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show?\\_id=caadria2015\\_084](http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show?_id=caadria2015_084). Acesso em: 22 maio 2019.

RENNER, R. S.; VELICHKOVSKY, B. M.; HELMERT, J. R. The perception of egocentric distances in virtual environments - A review. **ACM Computing Surveys**, v. 46, n. 2, p. 1–40, 2013. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2543590>. Acesso em: 22 maio 2019.

RIES, B. et al. Analyzing the effect of a virtual avatar's geometric and motion fidelity on ego-centric spatial perception in immersive virtual environments. **ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology. Anais...Kyoto: researchgate**, 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/221314262\\_Analyzing\\_the\\_effect\\_of\\_a\\_virtual\\_avatar%27s\\_geometric\\_and\\_motion\\_fidelity\\_on\\_ego-centric\\_spatial\\_perception\\_in\\_immersive\\_virtual\\_environments](https://www.researchgate.net/publication/221314262_Analyzing_the_effect_of_a_virtual_avatar%27s_geometric_and_motion_fidelity_on_ego-centric_spatial_perception_in_immersive_virtual_environments). Acesso em: 22 maio 2019.

RIVA, G.; WIEDERHOLD, B. K. The New Dawn of Virtual Reality in Health Care: Medical Simulation and Experiential Interface. **Studies in Health Technology and Informatics**, v. 219, p. 3–6, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26799868>. Acesso em: 22 maio 2019.

ROTHER, S. et al. The impact of camera height in cinematic virtual reality. **Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, VRST**, p. 9–10, 2018. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3281505.3283383>. Acesso em: 22 maio 2019.

ROUPÉ, M.; GUSTAFSSON, M. Judgment and Decision-Making Aspects on the Use of Virtual Reality in Volume Studies. **Open Systems: Proceedings of the 18th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Aisa**, n. Caadria, p. 437–446, 2013. Disponível em: [https://cumincad.architexturez.net/system/files/pdf/caadria2013\\_118.content.pdf](https://cumincad.architexturez.net/system/files/pdf/caadria2013_118.content.pdf). Acesso em: 22 maio 2019.

SALEEB, N. Effects of the differences between virtual and physical perception of space on Building Information Modelling. **Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations**, v. 149, p. 21–32, 2015. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/ddde/43d02d1010b448a945ed8ce3d01c733fa49a.pdf>. Acesso em: 22 maio 2019.

SHAKIBAMANESH, A. Design Improving results of urban design research by enhancing advanced semi- experiments in virtual environments. **International Journal of Architectural Engineering & Urban Planning**, v. 24, n. 2, p. 11, 2014. Disponível em: Design Improving results of urban design research by enhancing advanced semi- experiments in virtual environments. Acesso em: 22 maio 2019.

SHERMAN, W. R.; CRAIG, A. B. **Understanding Virtual Reality - Interface, Application, And Design**. 1. ed. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2002.

SIMÕES, E. A. Q.; TIEDEMANN, K. B. **Psicologia da percepção**. 1. ed. Sao Paulo: 1985.

SOMAN, R. K.; WHYTE, J. K. A Framework for Cloud-Based Virtual and Augmented Reality Using Real-Time Information for Construction Progress Monitoring. **Lean and Computing in Construction Congress - Volume 1: Proceedings of the Joint Conference on Computing in Construction**, v. I, n. July, p. 833–840, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/318395317\\_A\\_Framework\\_for\\_Cloud-Based\\_Virtual\\_and\\_Augmented\\_Reality\\_Using\\_Real-Time\\_Information\\_for\\_Construction\\_Progress\\_Monitoring](https://www.researchgate.net/publication/318395317_A_Framework_for_Cloud-Based_Virtual_and_Augmented_Reality_Using_Real-Time_Information_for_Construction_Progress_Monitoring). Acesso em: 22 maio 2019.

STEFANUCCI, J. K. et al. Evaluating the Accuracy of Size Perception on Screen-Based Displays : Displayed Objects Appear Smaller Than Real Objects. **Journal of Experimental Psychology: Applied**, v. 21, n. 3, p. 215–223, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26121374>. Acesso em: 22 maio 2019.

STEINICKE, F. et al. **Transitional Environments Enhance Distance Perception in Immersive Virtual Reality Systems**. Proceedings of the 6th Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization. **Anais...**Greece: researchgate, 2009. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1620998>. Acesso em: 22 maio 2019.

SUTHERLAND, I. E. A head-mounted three dimensional display. **AFIPS '68 (Fall, part I)** Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I. San Francisco, California: ACM Digital Library, 1968. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1476686>. Acesso em: 22 maio 2019.

USMAN, M.; HAWORTH, B.; BERSETH, G. **Perceptual Evaluation of Space in Virtual Environments**. 17 Proceedings of the Tenth International Conference on

Motion in Games. **Anais...**Barcelona: ACM Digital Library, 2017. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3136458>. Acesso em: 22 maio 2019.

VASYLEVSKA, K.; PODKOSOVA, I.; KAUFMANN, H. Walking in Virtual Reality : Flexible Spaces and Other Techniques 2 Existing Solutions for Walking in Virtual Environments. **The Visual Language of Technique**, v. 2, p. 1–17, 2015. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Walking-in-Virtual-Reality%3A-Flexible-Spaces-and-Vasylevska-Podkosova/093346a2738c1a42a9815110297646698745022d>. Acesso em: 22 maio 2019.

WADE, N. J. Wheatstone and the origins of moving stereoscopic images. **Perception**, v. 41, n. 8, p. 901–924, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23362669>. Acesso em: 22 maio 2019.

YOON, S.-Y.; CHOI, Y. J.; OH, H. User attributes in processing 3D VR-enabled showroom: Gender, visual cognitive styles, and the sense of presence. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 82, p. 1–10, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581915000609>. Acesso em: 22 maio 2019.

ZAMAN, C. H.; CASALEGNO, F. nRoom : An Immersive Virtual Environment for Collaborative Spatial Design. **CHIuXiD '15** Proceedings of the International HCI and UX Conference in Indonesia. Bandung: ACM Digital Library, 2015. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2742034>. Acesso em: 22 maio 2019.

ZEC, D. The Sokol Movement from Yugoslav Origins to King Aleksandar's 1930 All-Sokol Rally in Belgrade. **East Central Europe**, v. 42, n. 1, p. 48–69, 2015. Disponível em: [https://brill.com/view/journals/eceu/42/1/article-p48\\_4.xml](https://brill.com/view/journals/eceu/42/1/article-p48_4.xml). Acesso em: 22 maio 2019.

## 7 Apêndice - Tabela final de artigos para análise e extração de dados

Total de 45 artigos foram selecionados, sendo os marcados em azul da base de dados CumInCad, e Roxo do Google Scholar. Os tipos de pesquisas foram marcados de acordo com as cores: alaranjado (quali-quantitativo), verde (qualitativo), vermelho (quantitativo), e azul (teórico).

Autores	Título	Revista	Ano	Tipo de pesquisa	Tipo de mensuração	Arquivos
ABDELHAMED, W. A.	Utilization of Second Life as a Tool for Spatial Learning in Interior Architecture.	Human Computer Studies	2014	Quali-quantitativo	Questionário	90
CIFTCI OGLU, O.; BITTNERMAN, M. S.	Virtual Reality Use in Architectural Design Studios: A Case of Studying Structure and Construction.	Procedia Computer Science	2013	Quali-quantitativo	Questionário	39
HEYDARIAN, A. et al.	On the value of Virtual Worlds for collaborative design.	Automation in Construction	2012	Quali-quantitativo	Questionário e entrevista	20
HEYDARIAN, A. et al.	Impacts of VR 3D sketching on novice designers' spatial cognition in collaborative conceptual architectural design.	Automation in Construction	2011	Quali-quantitativo	Tarefas	6
ANGULLO, A.	Rediscovering Virtual Reality in the Education of Architectural Design: The immersive simulation of spatial experiences.	Ambiances	2015	Quali-quantitativo	Questionário	N/D

PARAI SO, K.; INTER RANTE , V.	Can Virtual Human Entourage Elements Facilitate Accurate Distance Judgments in VR ?	International Conference on Virtual Reality and Augmented Reality	2017	Quali-quanti	Questi onário	18
ZAMA N, C. H.; CASAL EGNO, F.	nRoom : An Immersive Virtual Environment for Collaborative Spatial Design.	CHIuXiD '15 Proceedings of the International HCI and UX Conference in Indonesia	2015	Quali-quanti	Questi onário	10
KLERK , R. DE et al.	Virtual reality as an empirical research tool — Exploring user experience in a real building and a corresponding virtual model.	Building and Environment	2015	Qualitativo	Questi onário	23
KREUT ZBERG , A.	A new Implementation of Head-Coupled Perspective for Virtual Architecture. p. 0–0,.	Computer Aided Architectural Design in Europe	2015	Qualitativo	Si m ul aç ão	
KULIG A, S. F. et al.	Judgment and Decision- Making Aspects on the Use of Virtual Reality in Volume Studies.	Computer Aided Architectural Design in Europe	2013	Qualitativo	Questi onário	60
LESCO P, L.; SUNER , B.; NANT ES, D.	Visual Perception and Visualization Tools for Visual Impact Assessment (VIA) on Urban Streetscape.	Computer Aided Architectural Design Research in Asia	2010	Qualitativo	Questi onário	20 9
CALV O, X. et al.	Qualitative assessment of urban virtual interactive environments for educational proposals.	Association for Computing Machinery	2018	Qualitativo	Questi oário e tarefas	14
DOKO NAL, W. et al.	VR or Not VR - No Longer a Question ?	Computer Aided Architectural Design	2016	Qualitativo	Questi oário	N/ D

LEE, A. D.; CRILE, B.;	Design Instrumentation in an Immersive Virtual Environment..	The 34th National Conference on the Beginning Design Student	2018	Qualitativo	questi onario	N/ D
MENEZES, A.; MURILLO, F.; RAMOS, G	Perceive to learn to perceive : an experience with virtual reality devices for architecture design learning.	xxii congresso da sociedade iberoamericana de gráfica digital	2018	Qualitativo	questi onario	48
HERMUND, A.; KLINT, L. S.; BUNDGAARD, T. S.	Fusion of Perceptions in Architectural Design.	Automation in Construction	2013	Quantitativo	testes e simulações	N/ D
Malard, Maria Lúcia Kölln, Elke Berenic	The Perception of Architectural Space in Reality , in Virtual Reality , and through Plan and Section Drawings A case study of the perception of architectural atmosphere. v. 2, n. C, p. 735–744,.	Computer Aided Architectural Design Research in Asia	2018	Quantitativo	Questi onário	13 1
MEMI KOĞLU, İ.	New Virtual Reality for Architectural Investigations. v. 2, p. 253–260,.	Computers & Education	2014	Quantitativo	Questi onário	20
MIKROPOULOS, T. A.; NATSIS, A.	Immersive virtual environments, understanding the impact of design features and occupant choice upon lighting for building performance.	Computers, Environment and Urban Systems	2015	Quantitativo	Questi onário	11 4
PAES, D.; ARANTES, E.;	Immersive virtual environments versus physical built environments: A benchmarking study for	Design Studies	2015	Quantitativo	Questi onário	12 0



IRIZAR RY, J.	building design and user- built environment explorations.					
RAFI, A.; MAT RANI, R.	Automation in Construction Usability studies on building early stage architectural models in virtual reality.	Design Studies	2019	Quantitativo	Questi onário	18
RAHIM IAN, F. P. F. P.; IBRAH IM, R.	Immersive environment for improving the understanding of architectural 3D models: Comparing user spatial perception between immersive and traditional virtual reality systems.	Models of Computation: Human Factors	2017	Quantitativo		30
ALATT A, R. A.; FREE WAN, A.	INVESTIGATING THE EFFECT OF EMPLOYING IMMERSIVE VIRTUAL ENVIRONMENT ON ENHANCING SPATIAL PERCEPTION WITHIN DESIGN PROCESS	Archnet-IJAR	2017	Quantitativo	Questi onário	40
CARB ONELL - CARRE RA, C.	Geospatial Google Street View with Virtual Reality : A Motivational Approach for Spatial Training Education.	EURASIA Journal of Mathematics	2017	Quantitativo	Questi oário e tarefas	32
CHAN G, Y.	3D-CAD effects on creative design performance of different spatial abilities students.	Journal of Computer Assisted Learning	2014	Quantitativo	Questi oário	34 9
EREN, E. T.; DÜZE NLI, T.;	Comparison of the Use of Conventional and Digital Visualization Technologies in Environmental Design Education.	Croatian Journal of Education	2018	Quantitativo	Questi oário	28 0
KOUZ ELEAS, S.; MAM	Architectural , Urban Digital Design and Spatial Simulation Tools in Digital Cities	American International Journal of Contemporary	2012	Quantitativo	Questi oário	70

MOU, O.	Cartography : Contribution in Spatial Design and Perception.	Research.				
SCHER ER, J. MAHM OUD, A. H. A.	ASSESSMENT OF VISUAL PERCEPTION OF WEB-BASED VIRTUAL ENVIRONMENTS SIMULATIONS OF AN URBAN CONTEXT .	Archnet-IJAR	2011	Quantitativo	questi 11 onario 0	
PHILLI PS, L.; INTER RANTE , V.	A Little Unreality in a Realistic Replica Environment Degrades Distance Estimation Accuracy.	IEEE Virtual Reality Conference	2011	Quantitativo	questi 10 onario	
PHILLI PS, L. et al.	A Further Assessment of Factors Correlating with Presence in Immersive Virtual Environments.	Proceedings of the Joint Virtual Reality Conference of EGVE	2010	Quantitativo	questi 40 onario	
PHILLI PS, L. et al.	Avatar Self-Embodiment Enhances Distance Perception Accuracy in Non-Photorealistic Immersive Virtual Environments.	IEEE Virtual Reality Conference	2010	Quantitativo	questi 12 onario	
RAGA N, E. D. et al.	The Effects of Virtual Character Animation on Spatial Judgments.	IEEE Virtual Reality Conference	2012	Quantitativo	questi 25 onario	
RIES, B. et al.,	Analyzing the effect of a virtual avatar ' s geometric and motion fidelity on ego- centric spatial perception in immersive virtual environments	ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology	2009	Quantitativo	questi 40 onario	
SALEE B, N.	Effects of the differences between virtual and physical perception of space on Building Information Modelling.	Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations	2015	Quantitativo	questi 18 onario	

STEFANUCCI, J. K. et al.	Evaluating the Accuracy of Size Perception on Screen-Based Displays : Displayed Objects Appear Smaller Than Real Objects.	Journal of Experimental Psychology: Applied	2015	Quantitativo	questionário	35
STEINICKER, F. et al.	Transitional Environments Enhance Distance Perception in Immersive Virtual Reality Systems.	Proceedings of the 6th Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization	2009	Quantitativo	questionário	12
USMAN, M.; HAWORTH, B.; BERTHELM, G.	Perceptual Evaluation of Space in Virtual Environments.	17 Proceedings of the Tenth International Conference on Motion in Games	2017	Quantitativo	questionário	32
VASYLEVSKA, K.; PODKOŠOV, A. I.; KAUFMANN, H.	Walking in Virtual Reality : Flexible Spaces and Other Techniques 2 Existing Solutions for Walking in Virtual Environments.	The Visual Language of Technique	2015	Quantitativo	questionário	20
RAHMANI, ASLAM, M. et al.	A imersão virtual em espaços arquitetônicos e a sua colaboração nas decisões de projeto. n. 1838, p. 301–303,.	Procedia Computer Science	2010	Teórico	N/D	N/D
ROUPEL, M.; GUSTAFSSON, M.	User attributes in processing 3D VR-enabled showroom: Gender, visual cognitive styles, and the sense of presence	Social and Behavioral Sciences	2015	Teórico	Questionário	N/D
YOON, S.-Y.; CHOI,	15 Years of Immersion. v. 1, p. 391–400,.		2018	Teórico		N/D

Y. J.; OH, H.				
KOUTS ABASI S, P. et al.	Computers & Education Educational virtual environments : A ten-year review of empirical research ( 1999 – 2009 ).	Computer Aided Architectural Design	2011	Teórico
YILMA Z, S. KIM, M. J. et al.	VIRTUAL REALITY FOR THE BUILT ENVIRONMENT : A CRITICAL REVIEW OF RECENT ADVANCES.	Journal of Information Technology in Construction	2013	Teórico
RENNE R, R. S.	The perception of egocentric distances in Virtual Environments - a Review.	ACM Computing Surveys	2013	Teórico
SHAKI BAMA NESH, A.	Design Improving results of urban design research by enhancing advanced semi- experiments in virtual environments.	International Journal of Architectural Engineering & Urban Planning	2014	Teórico


## 8 Apêndice - Tutorial oficina de Realidade Virtual.

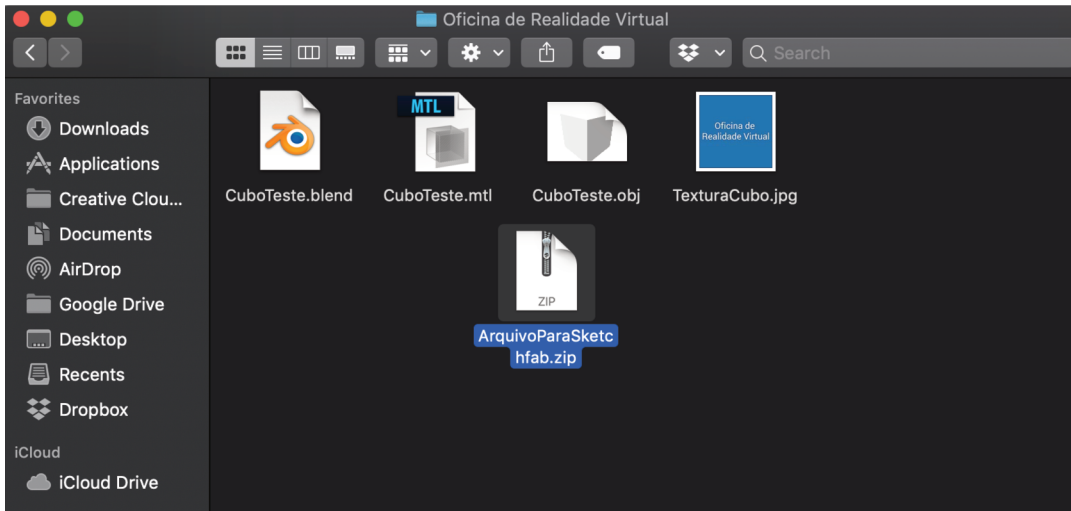
### **Como criar uma experiência de Realidade Virtual Imersiva de baixo custo.**

Este tutorial, tem como intuito guiar você para a criação de uma experiência em Realidade Virtual, no formato de baixo custo. Este formato, é caracterizado como baixo custo, pois usa o google cardboard, e um celular do tipo smart phone para visualizar o conteúdo 3D, de modo imersivo. Para esta oficina, o instrutor irá oferecer 5 óculos deste tipo, de modo que você deverá ter um celular smart phone para interagir.

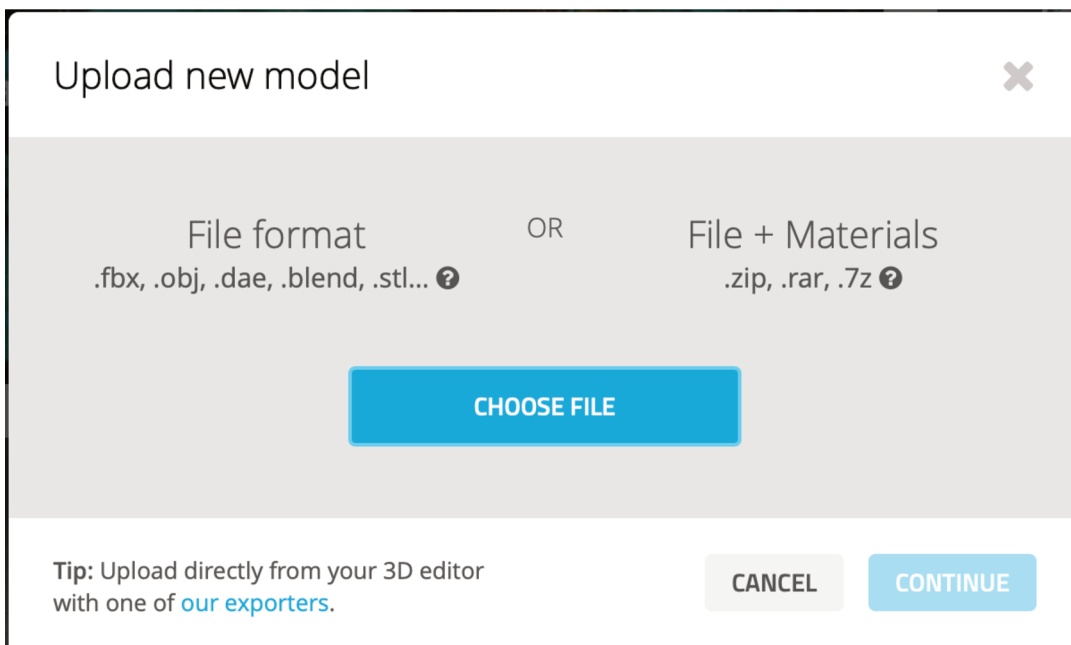
O primeiro passo é criar uma conta gratuita no website *www.Sketchfab.com.br*. Esta conta gratuita, lhe oferece a opção de upload de arquivos e texturas de no máximo 50 mebytes no total. Após criar a sua conta, faça login.

Este tutorial seguirá o processo a partir do programa Blender 3D, que pode ser baixado de forma gratuita no site: *www.blenderfoundation.com*. Entretanto, este processo pode ser replicado a partir de qualquer programa 3D. Todos os modelos 3D precisam tem um material aplicado e com configuração de transparência ativa, quando desejado. Da mesma forma, as texturas devem ser salvas na pasta raiz de trabalho, e o formato de exportação a partir do programa escolhido, deve ser o formato *.obj*. Este formato oferece uma vantagem, pois na pasta raiz, ao exportar como *.obj*, um outro arquivo chamado *.mtl* (de material), será salvo automaticamente.

Após ter finalizado o seu modelo 3D, salve-o na pasta raiz, e coloque todas as texturas usadas no seu projeto, nesta pasta. Por fim, realize a compressão dos arquivos: *.obj* - *.mtl* – e todas as texturas, juntos, conforme a figura abaixo.

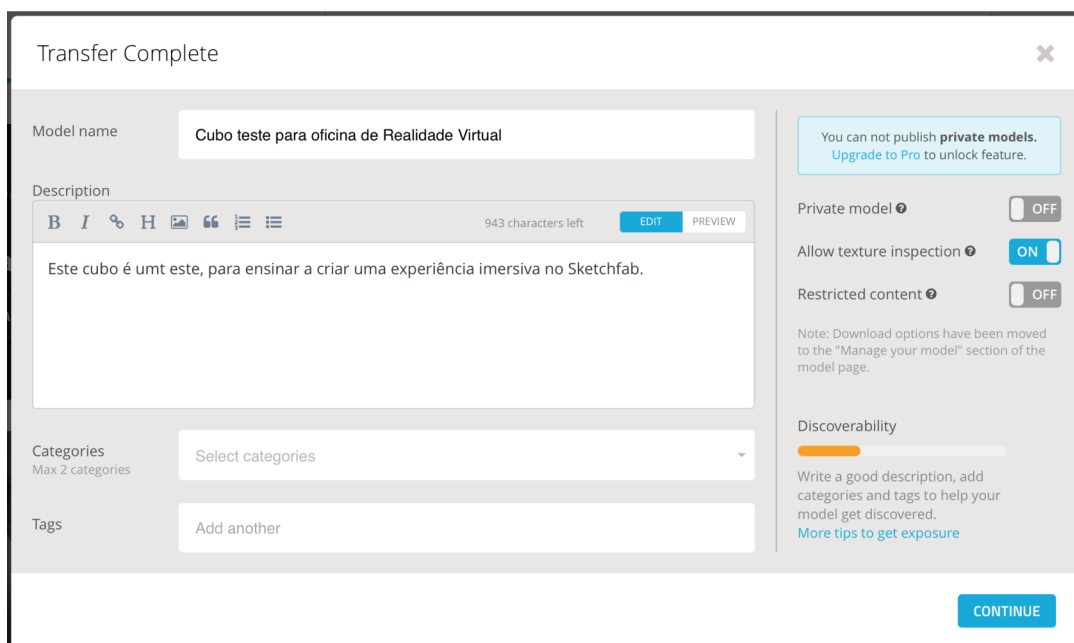


Após fazer login no *Sketchfab*, clique no botão *Upload*, navegue até o local que você salvou os arquivos, e escolha o arquivo comprimido ao clicar no botão: *choose file*, conforme figura abaixo.



Esta opção de importar a pasta com todos os arquivos, facilita o processo de criação de materiais, pois o arquivo *.mtl* já traz todas as informações configuradas no programa 3D.

Ao carregar e importar, o site vai carregar a pasta e mostrar a tela inicial de informações sobre o seu modelo. Neste momento, você pode dar um nome para o seu projeto, assim como criar uma descrição. O *Sketchfab*, é um site de compartilhamento e visualização de modelos 3D via web, deste modo se caracteriza como uma rede social na qual outras pessoas podem ver os seus modelos, por isso é importante colocar todas informações relevantes ao seu projeto. Observe a figura abaixo.



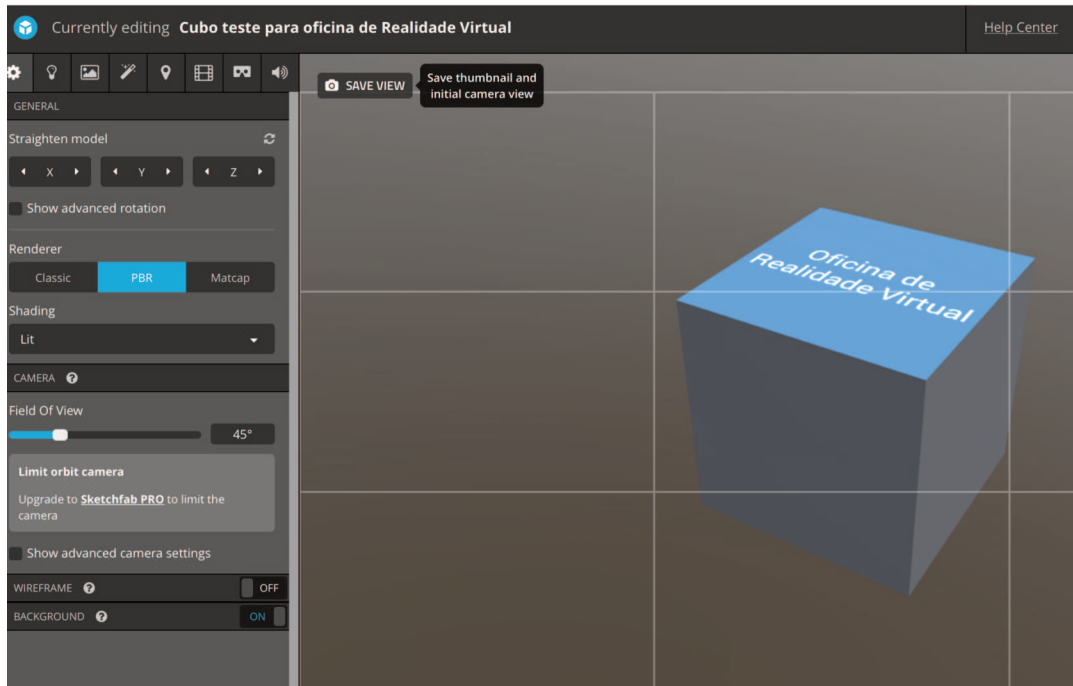
The screenshot shows the 'Transfer Complete' interface on Sketchfab. The main form includes:

- Model name:** 'Cubo teste para oficina de Realidade Virtual'
- Description:** 'Este cubo é umt este, para ensinar a criar uma experiência imersiva no Sketchfab.' (Note the typo 'umt'). The text area has a character count of 943 characters left and buttons for 'EDIT' and 'PREVIEW'.
- Categories:** A dropdown menu labeled 'Select categories' with a note 'Max 2 categories'.
- Tags:** A field labeled 'Add another'.

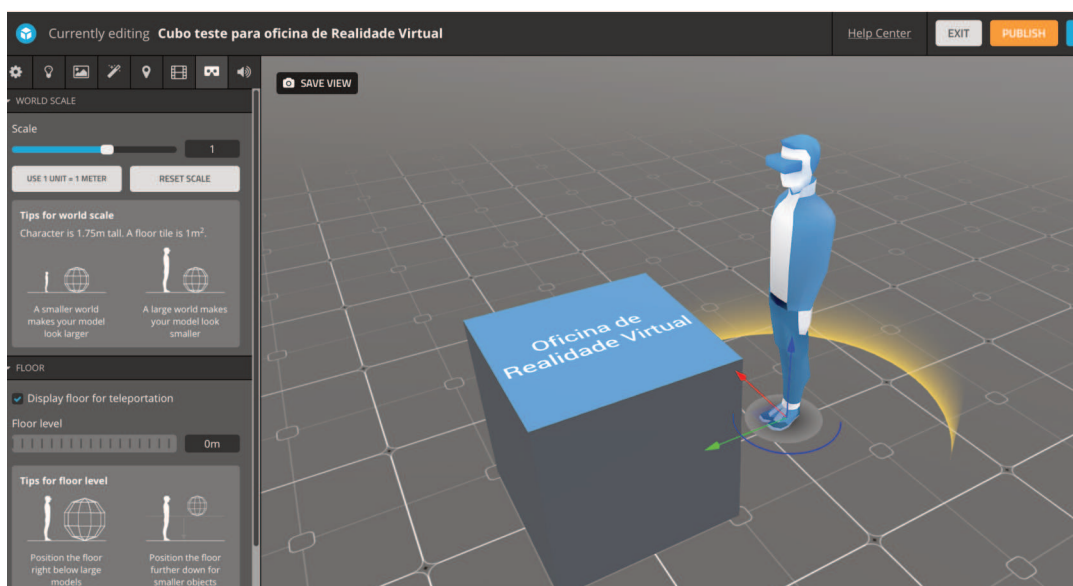
On the right side, there are settings and a 'CONTINUE' button:

- A blue notification box: 'You can not publish private models. Upgrade to Pro to unlock feature.'
- Private model:** Toggle set to 'OFF'.
- Allow texture inspection:** Toggle set to 'ON'.
- Restricted content:** Toggle set to 'OFF'.
- Discoverability:** A progress bar and text: 'Write a good description, add categories and tags to help your model get discovered. [More tips to get exposure](#)'.

Em seguida, clique em *continue* e em *3d settings*. O primeiro passo, é ajustar o seu modelo de forma que esteja em uma posição de destaque, pois esta será a posição quando você abrir o modelo no site, ou no aplicativo em seu celular. Para navegar e ajustar o seu modelo, o botão direito do mouse pressionado realiza a rotação do modelo, o esquerdo movimenta de um lado para o outro e a roda do mouse, o zoom. Após encontrar uma posição interessante, clique em *save view*, conforme a figura abaixo.



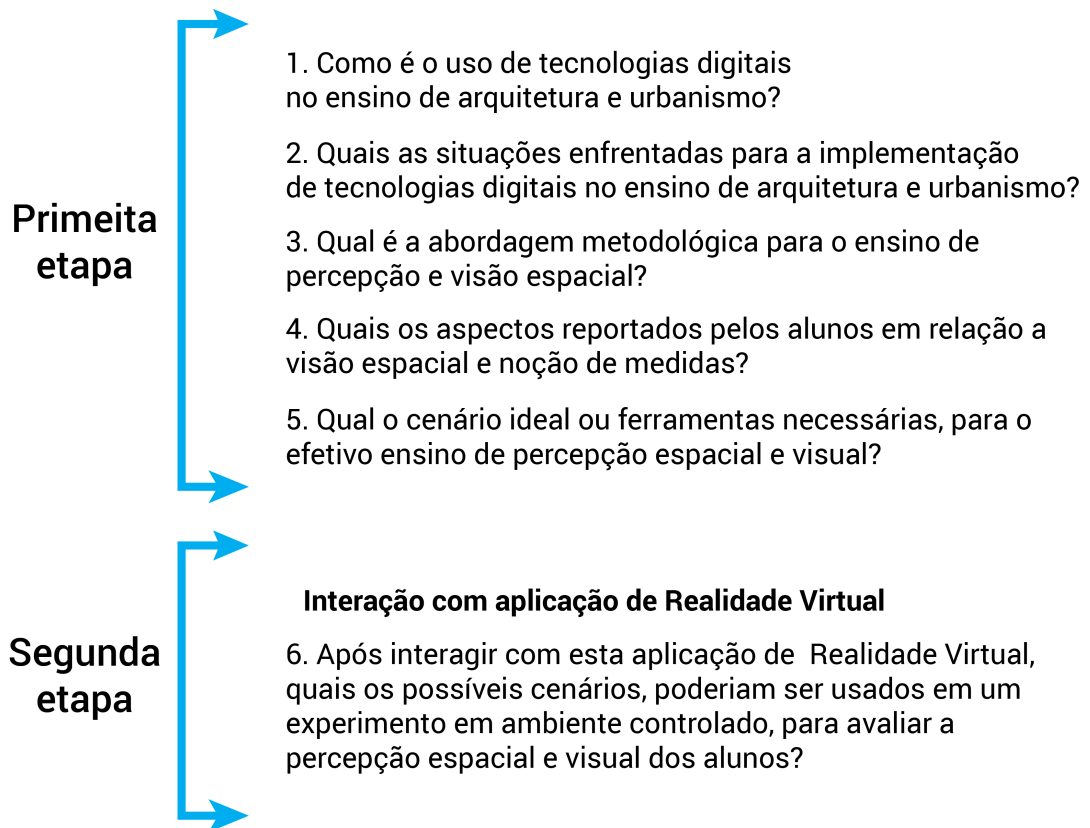
O passo seguinte, é ajustar o tamanho do personagem virtual. A altura do personagem, vai simular a altura dos seus olhos, portanto é importante que esta esteja o mais próximo possível da sua altura. Clique no ícone que se parece com um óculos, ao lado do ícone de um auto falante. Observe que o personagem virtual, pode estar distante do seu modelo, ou com um tamanho muito maior. Ao clicar no personagem, você consegue movimentá-lo pela cena e escolher uma posição de seu interesse. A altura do personagem você deve alterar no campo, scale. Digite a medida de sua altura, ou ajuste da forma de seu interesse. Observe a figura abaixo.





A partir de agora o seu modelo está pronto para ser visualizado no óculos de RV. Existem duas opções para iniciar: você pode baixar o aplicativo *Sketchfab* no seu celular, navegar até os seus modelos salvos, abri-lo e colocar no óculos; ou você pode abrir o browser de internet do seu celular, fazer login na sua conta, abrir o modelo e clicar no botão de Realidade Virtual. Ao abrir o arquivo seja pelo aplicativo ou browser, basta encaixar o celular no google cardboard, fechar, e olhar através das lentes. A navegação pelo google cardboar, é por teletransporte. Desta forma, você vai perceber que ao voltar os olhos para o chão, um círculo azul será projetado logo a frente. Ao clicar no botão da parte superior do google card board, você será teletransportado para aquela posição. A rotação é livre, você pode olhar para todos os lados.

## 9 Apêndice - Questionário para entrevistas com professores.



## 10 Apêndice - Termo de consentimento

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa sobre as suas percepções ao interagir com Realidade Virtual Imersiva e não Imersiva, no contexto da arquitetura. Esta pesquisa está associada à dissertação de mestrado de Gilberto Martini de Oliveira, do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr. PhD Alice Theresinha Cybis Pereira.

Durante a pesquisa você terá o áudio da sua voz gravado, e irá participar de entrevistas que tem como objetivo identificar as suas percepções ao interagir com um cenário virtual, tanto no formato de realidade virtual não imersivo (tela do computador), como o formato imersivo (óculos de realidade virtual). Algumas atividades de interação, como a navegação virtual, e representação por meio de desenho serão requeridas. As entrevistas ocorrerão ao longo deste período, onde serão levantadas informações sobre as percepções e experiências sobre o uso da tecnologia em questão.

Sua participação é voluntária. O estudo não oferece dano físico a seus participantes, porém, na perspectiva de que toda pesquisa tem riscos (Resolução CNS 466/2012), a participação nestas entrevistas pode gerar sensações desagradáveis como cansaço, aborrecimento e enjôo.

Para evitar e/ou reduzir efeitos e condições adversas que possam causar danos ao participante, providências e cautelas serão empregadas, tais como: reduzir o tempo de entrevista ao máximo possível e não abordar temas desnecessários para o estudo.

Você terá o atendimento médico adequado em caso de acidente ou mal-estar, e, possivelmente, atendimento psicológico necessário em casos específicos. Durante os procedimentos de coleta de dados você será orientado por um pesquisador, que lhe prestará toda a assistência necessária ou acionará pessoal competente para isso. Caso tenha alguma dúvida sobre os procedimentos ou sobre a pesquisa você poderá entrar em contato com o pesquisador a qualquer momento pelo telefone ou e-mail, disponíveis no final deste termo.

Sinta-se absolutamente à vontade em deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem ter que apresentar qualquer justificativa e você não terá qualquer prejuízo.

Os pesquisadores serão os únicos a ter acesso aos dados dessa pesquisa. Eles tomarão todas as providências necessárias para manter o sigilo, mas sempre existe a remota possibilidade da quebra do sigilo, mesmo que involuntário e não intencional, cujas consequências serão tratadas nos termos da lei. Os resultados desta pesquisa poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas, que mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição ou qualquer informação relacionada à sua privacidade.

Duas vias deste documento estão sendo rubricadas e assinadas por você e pelo pesquisador responsável. Guarde cuidadosamente a sua via, pois é um documento que traz importantes informações de contato e garante os seus direitos como participante da pesquisa.

Você não terá nenhuma despesa advinda da sua participação na pesquisa. Caso alguma despesa extraordinária associada à pesquisa venha a ocorrer, você será ressarcido nos termos da lei.

Caso você tenha algum prejuízo material ou imaterial em decorrência da pesquisa poderá solicitar indenização, de acordo com a legislação vigente e amplamente consubstanciada.

O pesquisador responsável, que também assina esse documento, compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Caso tenha dúvida, você poderá entrar em contato com o pesquisador pelo endereço: Servidão Marcelino Antônio Nunes 322, Florianópolis, SC. Endereço eletrônico gilbertomartini.design@gmail.com. E telefone (48) 99620 7567.

Caso queira entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina, o endereço é: Prédio Reitoria II (Edifício Santa Clara), R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401, Trindade, Florianópolis/SC, CEP 88.040-400. Telefone para contato: 3721-6094.

---

Gilberto Martini de Oliveira – Mestrando Pós Arq UFSC

Termo de Consentimento Pós-Esclarecido

Eu,

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, documento de identidade nº \_\_\_\_\_,

declaro que tomei conhecimento do estudo realizado pela mestranda Alexandre dos Santos Oliveira, compreendi tudo que me foi informado sobre minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que minha participação implica, concordo voluntariamente em participar do estudo.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

## 11 Apêndice - Questionário cenário urbano

### Questionário cenário urbano

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Genero: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_

Ano de início no ensino superior: \_\_\_\_\_ Fase atual: \_\_\_\_\_

Tem celular do tipo smartphone? Qual modelo e marca? \_\_\_\_\_

Realidade virtual não imersiva (tela do computador)	Realidade virtual imersiva (óculos de RV)
<p>O quão presente você se sente neste cenário virtual?</p> <p>Nada presente <span style="float: right;">Presente</span></p> <p>Muito presente</p> <p style="text-align: center;">1      2      3      4</p> <p>5</p>	<p>O quão presente você se sente neste cenário virtual?</p> <p>Nada presente <span style="float: right;">Presente</span></p> <p>Muito presente</p> <p style="text-align: center;">1      2      3</p> <p>4      5</p>
<p>Você consegue estimar sua altura no mundo virtual?</p> <p>Condiz com a realidade?</p> <p>mais baixo <span style="float: right;">minha altura</span></p> <p>Mais alto</p> <p style="text-align: center;">1      2      3      4</p> <p>5</p>	<p>Você consegue estimar sua altura no mundo virtual?</p> <p>Condiz com a realidade?</p> <p>mais baixo <span style="float: right;">minha altura</span></p> <p>Mais alto</p> <p style="text-align: center;">1      2      3</p> <p>4      5</p>
<p>Você sente que seus movimentos são semelhantes ao mundo real?</p> <p>Nada semelhante <span style="float: right;">Semelhante</span></p> <p>Muito semelhante</p> <p style="text-align: center;">1      2      3      4</p> <p>5</p>	<p>Você sente que seus movimentos são semelhantes ao mundo real?</p> <p>Nada <span style="float: right;">semelhante</span></p> <p>Semelhante <span style="float: right;">Muito semelhante</span></p> <p style="text-align: center;">1      2      3</p> <p>4      5</p>
<p>O campo visual do mundo virtual está semelhante a realidade?</p> <p>Nada semelhante <span style="float: right;">semelhante muito semelhante</span></p> <p style="text-align: center;">1      2      3      4</p> <p>5</p>	<p>O campo visual do mundo virtual está semelhante a realidade?</p> <p>Nada <span style="float: right;">semelhante</span></p> <p>semelhante muito semelhante</p> <p style="text-align: center;">1      2      3</p> <p>4      5</p>
<p>Estime as seguintes medidas:</p> <p>Largura da calçada</p> <p>Largura da rua</p>	<p>Estime as seguintes medidas:</p> <p>Largura da calçada</p> <p>Largura da rua</p>

Altura do muro	Altura do muro
Descreva o cenário virtual em que você está interagindo, de acordo com materiais, texturas, edificações, usos, etc...	Descreva o cenário virtual em que você está interagindo, de acordo com materiais, texturas, edificações, usos, etc...
Qual a sua sensação ao percorrer a rua?	Qual a sua sensação ao percorrer a rua?
Qual a sua opinião quanto ao tamanho, formato e peso do óculos de Realidade Virtual?	Qual a sua opinião quanto ao tamanho, formato e peso do óculos de Realidade Virtual?
Faça uma comparação entre os dois formatos de RVs, e como esta tecnologia pode ser usada em situação de projeto.	Faça uma comparação entre os dois formatos de RVs, e como esta tecnologia pode ser usada em situação de projeto.

## 12 Apêndice - Questionário cenário interno

### Questionário cenário interno

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Genero: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_

Ano de início no ensino superior: \_\_\_\_\_ Fase atual: \_\_\_\_\_

Tem celular do tipo smartphone? Qual modelo e marca? \_\_\_\_\_

<b>Realidade virtual não imersiva (tela do computador)</b>	<b>Realidade virtual imersiva (óculos de RV)</b>
<p>O quão presente você se sente neste cenário virtual?</p> <p>Nada presente <span style="float: right;">Presente</span></p> <p>Muito presente</p> <p style="text-align: center;">1      2      3      4</p> <p>5</p>	<p>O quão presente você se sente neste cenário virtual?</p> <p>Nada presente <span style="float: right;">Presente</span></p> <p>Muito presente</p> <p style="text-align: center;">1      2      3</p> <p>4      5</p>
<p>Você consegue estimar sua altura no mundo virtual?</p> <p>Condiz com a realidade?</p> <p>mais baixo <span style="float: right;">minha altura</span></p> <p>Mais alto</p> <p style="text-align: center;">1      2      3      4</p> <p>5</p>	<p>Você consegue estimar sua altura no mundo virtual?</p> <p>Condiz com a realidade?</p> <p>mais baixo <span style="float: right;">minha altura</span></p> <p>Mais alto</p> <p style="text-align: center;">1      2      3</p> <p>4      5</p>
<p>Você sente que seus movimentos são semelhantes ao mundo real?</p> <p>Nada semelhante <span style="float: right;">Semelhante</span></p> <p>Muito semelhante</p> <p style="text-align: center;">1      2      3      4</p> <p>5</p>	<p>Você sente que seus movimentos são semelhantes ao mundo real?</p> <p>Nada semelhante <span style="float: right;">Semelhante</span></p> <p>Muito semelhante</p> <p style="text-align: center;">1      2      3</p> <p>4      5</p>
<p>O campo visual do mundo virtual está semelhante a realidade?</p> <p>Nada semelhante <span style="float: right;">semelhante muito semelhante</span></p> <p style="text-align: center;">1      2      3      4</p> <p>5</p>	<p>O campo visual do mundo virtual está semelhante a realidade?</p> <p>Nada semelhante <span style="float: right;">semelhante</span></p> <p>muito semelhante</p> <p style="text-align: center;">1      2      3</p> <p>4      5</p>
<p>Estime as seguintes medidas:</p>	<p>Estime as seguintes medidas:</p>



Largura do corredor da cozinha Altura da pia	Largura do corredor da cozinha Altura da pia
Descreva o cenário virtual em que você está interagindo, de acordo com materiais, texturas, edificações, usos, etc...	Descreva o cenário virtual em que você está interagindo, de acordo com materiais, texturas, edificações, usos, etc...
Qual a sua sensação ao percorrer este cenário virtual?	Qual a sua sensação ao percorrer este cenário virtual?
Qual a sua opinião quanto ao tamanho, formato e peso do óculos de Realidade Virtual?	Qual a sua opinião quanto ao tamanho, formato e peso do óculos de Realidade Virtual?
Faça uma comparação entre os dois formatos de RVs, e como esta tecnologia pode ser usada em situação de projeto.	Faça uma comparação entre os dois formatos de RVs, e como esta tecnologia pode ser usada em situação de projeto.



