



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS DE LARANJEIRAS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO**

**REALIDADE VIRTUAL APLICADA À ARQUITETURA:
Uma nova percepção espacial**

SAULO PEREIRA DOS SANTOS

**LARANJEIRAS – SE
2020**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS DE LARANJEIRAS
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

SAULO PEREIRA DOS SANTOS

REALIDADE VIRTUAL APLICADA À ARQUITETURA: Uma nova percepção espacial

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Carla Maria Furuno Rimkus.

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Rozana Rivas de Araújo.

LARANJEIRAS - SE
2020

SAULO PEREIRA DOS SANTOS

REALIDADE VIRTUAL APLICADA À ARQUITETURA: Uma nova percepção espacial

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Carla Maria Furuno Rimkus

Orientador | Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Prof.^o Dr. Ítalo Cesar Montalvão Guedes

Examinador interno | Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Prof.^a Dr.^a Rozana Rivas de Araújo

Coorientadora | Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Maiane Argolo Negromonte

Examinadora externa | Arquiteta e Urbanista

LARANJEIRAS-SE

2020

RESUMO

A representação gráfica tem um papel importante no compartilhamento de informações e de ideias durante o processo de projeto arquitetônico. Com isso, tudo deve ser imaginado, documentado e, se possível, vivenciado, pois a arquitetura não se trata de paredes e de elementos construtivos, mas sim do espaço contido neles. Entretanto a representação comumente utilizada na documentação do projeto, como plantas técnicas e elevações, informa medidas, materiais, detalhamentos, etc., mas não carrega uma representação sensorial do espaço. Neste trabalho, são apresentadas novas tecnologias que servem como ferramenta de representação, sobretudo a tecnologia de realidade virtual, que preenche com maestria a lacuna deixada pela ausência de representação espacial. Ao longo do trabalho, é abordada a importância do espaço na arquitetura, o modo como o corpo humano o percebe e os demais usos para a tecnologia de realidade virtual, além de pesquisas de aplicação e de amostragem, a fim de embasar a função dessa tecnologia na arquitetura .

Palavras-chave: Percepção espacial. Realidade virtual. Representação arquitetônica. Representação gráfica.

ABSTRACT

The graphic representation has an important role in the sharing of informations and ideas in the architectural process. Everything must be imagined, documented, and, if possible, lived. because architecture is not about walls and building elements, but the space contained in them. However, the representation commonly used in the project documentation, such as technical plans and elevations, inform measurements, materials, details ... etc., do not carry a sensorial depiction of the space. In this work, new technologies will be presented, which serves as a representation tool, especially the virtual reality technology, and masters the gap left by the absence of spatial representation. Throughout the work, the importance of space in architecture will be addressed, as the human body perceives the same, other uses for this technology, as well as application and sampling research in order to support the role of virtual reality in architecture.

Keywords: Spatial perception. Virtual reality. Architectural representation. Graphic representation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Projeto Panóptico.....	12
Figura 2 - Pintura rupestre no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil.	15
Figura 3 - Desenho feito por Sansedoni no período gótico, representando uma elevação.....	16
Figura 4 - QR Code (cartão de visita).....	20
Figura 5 - Uso de realidade aumentada no jogo Pokémon Go.....	21
Figura 6 - Headset de realidade mista.....	22
Figura 7 - Projeção holográfica RM.....	23
Figura 8 - Headset de realidade virtual.....	25
Figura 9 - Observador usando um headset de realidade virtual.....	26
Figura 10 - Ivan Sutherland e seu projeto Sketchpad, no MIT, em 1963.	28
Figura 11 - Head-mounted display desenvolvido por Ivan Sutherland.	28
Figura 12 - Experimento realizado por Ivan Sutherland em 1966.	29
Figura 13 - Dispositivo Sensorama.	30
Figura 14 - Graus de liberdade na realidade virtual.	32
Figura 15 - Kit headset de grau 6.....	33
Figura 16 - Dispositivo RV do tipo Cardboard.....	34
Figura 17 - Headsets populares do tipo grau 3.	35
Figura 18 - Oculus Go.....	35
Figura 19 - Headset de grau 6 com todos os sensores necessários embutidos no equipamento.....	36
Figura 20 - Teste drive em realidade virtual.	38
Figura 21 - Simulador cirúrgico Eyesi.....	39
Figura 22 - Passeio virtual pela Pinacoteca de São Paulo.....	40
Figura 23 - Modelo de patrimônio preservado digitalmente.....	41
Figura 24 - Modelo observado em escala 1:50.	43
Figura 25 - Marcações diretas no modelo.	44
Figura 26 - Reunião em espaço virtual.....	44
Figura 27 - Analytics em mapeamento tipo térmico.....	45
Figura 28 - Arquivo CAD pronto para etapa seguinte.....	47
Figura 29 - Conversão do arquivo base CAD de 2D para 3D, a partir do software de modelagem eletrônica.....	48
Figura 30 - Detalhamento tridimensional feito no software.....	49
Figura 31 - Sistema de navegação do site Google Street View.	50
Figura 32 - Kit para foto em 360 graus.....	50
Figura 33 - Câmera 360° modelo Ricoh Theta S.....	51
Figura 34 - Plugin renderizador.....	52
Figura 35 - Imagem em 360° criada a partir de software de modelagem eletrônica.....	53
Figura 36 - Pós produção com software editor de imagens.	54
Figura 37 - Sistema básico para imersão em RV.....	55
Figura 38 - Simulação de visão do olho humano criada por software.....	56
Figura 39 - Panorama renderizado apresentado em RV durante a experiência.....	67
Figura 40 - Planta técnica apresentada durante a experiência.	67
Figura 41 - Ponto do observador em realidade virtual.....	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Contato prévio com arquiteto.....	60
Gráfico 2 - Nível de compreensão da planta baixa.....	60
Gráfico 3 - Contato prévio com realidade virtual.	61
Gráfico 4 - Nível de compreensão obtido por meio da realidade virtual.....	62
Gráfico 5 - Nível de compreensão das relações entre cada ambiente.....	62
Gráfico 6 - Nível de noção espacial dentro do projeto.....	63
Gráfico 7 - Nível de segurança para execução do projeto após a apresentação em realidade virtual.....	64
Gráfico 8 - Nível de satisfação em visualizar o projeto em RV.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Profissões descritas pelos entrevistados.....	59
Quadro 2 - Idade dos participantes.	69
Quadro 3 - Respostas de tempo a cada método de apresentação nas perguntas 1 e 2.	70
Quadro 4 - Resposta das perguntas 3 e 4, com opinião do participante.	72

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. COMPREENSÃO ESPACIAL E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA NA ARQUITETURA	11
2.1 A FUNÇÃO DO ESPAÇO NA ARQUITETURA.....	11
2.2 O CORPO HUMANO COMO INTERLOCUTOR DO ESPAÇO.....	13
2.3 SURGIMENTO DO DESENHO.....	14
2.4. DESENHO COMO REPRESENTAÇÃO TÉCNICA.....	16
2.5. A INFLUÊNCIA DO COMPUTADOR.....	18
3. TECNOLOGIAS EMERGENTES	20
3.1 REALIDADE AUMENTADA.....	20
3.2 REALIDADE MISTA.....	22
3.3 REALIDADE VIRTUAL.....	23
4. REALIDADE VIRTUAL E ARQUITETURA	31
4.1 FERRAMENTAS DE USO E TENDÊNCIAS DE REALIDADE VIRTUAL NA ARQUITETURA.....	31
4.1.1 Dispositivos e sistemas para realidade virtual.....	32
4.1.2 Uso de realidade virtual em diferentes áreas.....	37
4.1.3 Tendências de uso da realidade virtual na arquitetura.....	41
4.2 A PRÁTICA DA REALIDADE VIRTUAL.....	46
4.2.1 Desenho técnico.....	47
4.2.2 Maquete eletrônica.....	47
4.2.3 Confeção de imagem em 360° e renderização.....	49
4.2.4 Pós-produção.....	53
4.2.5 Visualização em realidade virtual.....	54
5 PESQUISAS DE CAMPO DA APLICAÇÃO DE REALIDADE VIRTUAL	58
5.1 MÉTODO 1 - APRESENTAÇÃO DE PROJETO ARQUITETÔNICO EM REALIDADE VIRTUAL A CLIENTES DO ESCRITÓRIO CAFEÍNA URBANA.....	58
5.2 MÉTODO 2 - AMOSTRAGEM COM PESSOAS NÃO DIRECIONADAS.....	66
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	77
APÊNDICE A	80
APÊNDICE B	91

1. INTRODUÇÃO

Para que um projeto arquitetônico se torne realidade, seja ele paisagístico ou urbano, é primordial uma boa representação. Porém, em geral, existe uma barreira de comunicação entre os envolvidos no empreendimento, pois distinguem-se aqueles que compreendem os desenhos técnicos e aqueles que não, limitando-se as possibilidades de participação e de aprovação do projeto, de modo que a tomada de decisões fica voltada apenas ao pessoal técnico encarregado ou o projeto é levado adiante sem a total compreensão de todas as partes envolvidas.

Desde os primórdios da arquitetura, a representação gráfica vem evoluindo junto à tecnológica. Foi através da tecnologia que se tornou possível desprender o arquiteto da obra, pois a presença desse profissional, anteriormente ao advento da tecnologia, era imprescindível em todos os momentos da execução da obra, já que as instruções eram passadas verbalmente. Com o avanço tecnológico, a representação gráfica começou a ser inserida na profissão, tornando possível não apenas a presença reduzida do arquiteto na fase de execução da obra, mas também o planejamento de toda a obra antes de se iniciar sua execução (BATISTA, 2010).

Nesse sentido, observa-se que a tecnologia da representação gráfica, mesmo que por desenhos rudimentares, trouxe evoluções tanto na execução da obra, de maneira mais assertiva e planejada, como no modo de pensar e de projetar a arquitetura. O avanço tecnológico prosseguiu, e, nos dias atuais, estão disponíveis ferramentas computadorizadas que auxiliam o profissional durante a fase de projeto e o cliente na compreensão do mesmo. Entretanto uma das ferramentas mais populares da atualidade reproduz técnicas de representação gráfica muito semelhantes às usadas ainda no período renascentista, tornando-se um limitante do processo criativo (BATISTA, 2010).

Diante disso, este trabalho aponta tecnologias emergentes que disponibilizam ferramentas que podem ser aplicadas na elaboração e na representação de projetos arquitetônicos, de modo a trazer uma vivência próxima da real, daquilo que foi pensado pelo arquiteto, acelerando, assim, a transmissão de ideias e trazendo novas possibilidades na maneira como pensar e entender a arquitetura.

Uma dessas ferramentas é a realidade virtual (RV), que se trata de uma tecnologia criada por Ivan Sutherland no final da década de 1960 (TORI; KIRNER, 2006), destacando-se posteriormente no mercado de entretenimento de jogos eletrônicos. Tal tecnologia consegue simular o ambiente tridimensional dos jogos em tamanho real, como se o jogador fosse inserido no jogo eletrônico. Essa tecnologia está crescendo, evoluindo e se popularizando, sendo inserida em diversas áreas, como a arquitetura.

A RV é aplicada à arquitetura na fase de representação gráfica, inserindo-se o observador na representação do projeto arquitetônico, reproduzindo-o em escala real e permitindo-lhe movimentar-se no espaço simulado e ter uma visão de 360 graus do projeto representado, o que resulta em uma experiência imersiva próxima do real.

O objetivo deste trabalho consiste em salientar os benefícios que a realidade virtual pode trazer para a apresentação e para a compreensão de projetos arquitetônicos, além de apresentar as tecnologias de realidade aumentada, realidade mista e realidade virtual, como também analisar, por meio de formulários enviados a clientes que usaram a tecnologia em questão, como a experiência de realidade virtual reflete-se numa melhor compreensão do projeto e do espaço, gerando um resultado final mais rápido e com melhor qualidade arquitetônica.

Além desta introdução, o estudo está dividido em cinco capítulos. O primeiro contextualiza a função do espaço na arquitetura e qual a importância do corpo humano na percepção do espaço; o segundo capítulo traz um breve histórico do surgimento do desenho, enfatizando como ele passou a ser aceito como ferramenta de representação técnica, além da influência do computador na representação gráfica arquitetônica; o capítulo terceiro contém uma breve abordagem sobre as tecnologias emergentes de realidade aumentada, realidade virtual e realidade mista, com o propósito de esclarecer suas diferenças, bem como um breve histórico da RV; no capítulo quarto, são apresentados os dispositivos e os sistemas utilizados para a representação de projetos arquitetônicos em RV, além do uso dessa tecnologia em outras áreas, abordando-se também algumas tendências de uso na arquitetura; no quinto e último capítulo, é abordado como é aplicada a tecnologia de RV na apresentação de projetos arquitetônicos e é descrito o estudo de caso, no qual foram entrevistados, por meio da aplicação de um formulário, clientes que tiveram sua primeira experiência de RV aplicada à arquitetura.

2. COMPREENSÃO ESPACIAL E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA NA ARQUITETURA

A representação arquitetônica convencional, com plantas técnicas, elevações, cortes e até modelo tridimensional do projeto (produto criado por um software computacional e conhecido popularmente como maquete eletrônica), representa o maior meio de comunicação entre o arquiteto, o cliente e os envolvidos na elaboração do projeto. Entretanto esses métodos não carregam uma representação sensorial do espaço, de suma importância para todo e qualquer projeto e cuja função é explicitada a seguir.

2.1 A FUNÇÃO DO ESPAÇO NA ARQUITETURA

O espaço é considerado o núcleo da atividade profissional do arquiteto. Para ser compreendido, esse núcleo precisa ser analisado no que se refere à forma como se revela perante o homem e como o homem o compreende, pois o espaço e sua percepção são ligados de tal forma que se torna impossível compreendê-los separadamente (HARTENTHAL; ONO, 2011).

Para se entender um pouco sobre a compreensão dos projetos arquitetônicos, faz-se necessário entender como o humano compreende o espaço. O que define a arquitetura como forma de arte não são os elementos construtivos, como paredes, pilares e coberturas, mas sim o espaço orquestrado arquitetonicamente no vazio entre eles. Tal espaço somente pode ser compreendido por meio de vivência e experimentação, e não por representações gráficas como fotografias ou desenhos, uma vez que o espaço é o protagonista da arquitetura (ZEVI, 1974 *apud* HARTENTHAL; ONO, 2011).

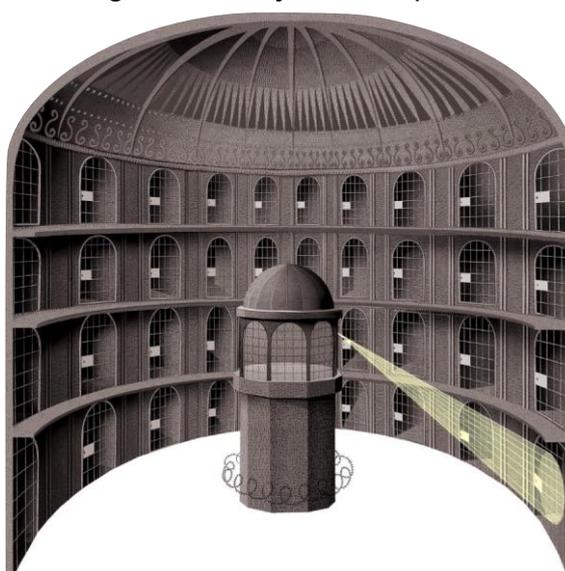
Na metodologia tradicional de representação arquitetônica, pode-se dizer que o que é apresentado são os elementos construtivos que compõem o espaço, sem, entretanto, transmitir a real vivência do mesmo.

Para se atingir uma compreensão espacial suficiente para responder à questão do espaço, fez-se necessário estudá-lo em outras áreas. O filósofo Frances Henri Lefebvre (1991) explica que os matemáticos trouxeram o tema do espaço para seus

estudos, criando uma série de espaços matemáticos e explicando-o como algo abstrato, mas sem conseguirem explicar como se dá a relação entre o espaço matemático abstrato e o físico, corporal, real, devolvendo, assim, a questão para os filósofos. Estes, por sua vez, passaram a aprimorar a visão matemática do espaço como algo abstrato, caracterizando-o como substância da vida, do ambiente onde o ser humano é inserido, contudo não podendo ser considerado apenas uma entidade abstrata. Lefebvre (1991) afirma ainda que as entidades de espaço “abstrato” (concepção matemática, geométrica) e de espaço “real” (concepção filosófica, corporal) não existem separadamente, de modo que a distinção foi criada meramente por necessidades didáticas.

A arquitetura é fundamentada, em grande parte, no conhecimento sobre o espaço “abstrato”, codificado através de desenhos técnicos e de suas representações gráficas arquitetônicas. Mas, além disso, a arquitetura tem como objetivo a transformação do espaço “real”, aquele onde o ser humano está inserido, dando assim uma função ao espaço. Um exemplo disso é o projeto do Panóptico de Jeremy Bentham, que se trata de uma estrutura de vigilância composta por uma torre central na qual um único vigia tem acesso visual a todas as celas localizadas ao redor da torre (Figura 1).

Figura 1 - Projeto Panóptico



Fonte: Google Imagens, 2019.

O Panóptico causa ao detento um estado consciente e permanente de visibilidade, de modo que a vigilância se faz permanente em seus efeitos, mesmo que a ação de vigilância não seja contínua, tomando o espaço a função de automatizar o poder (HARTENTHAL; ONO, 2011).

2.2 O CORPO HUMANO COMO INTERLOCUTOR DO ESPAÇO

De acordo com Berkeley (2005, p. 131) *apud* Hartenthal e Ono (2011, p.4), não se pode imaginar o espaço puro, sem o corpo, devendo-se creditar ao corpo a responsabilidade de ser o interlocutor para a compreensão espacial, considerando-se a experiência corporal física como base essencial da percepção espacial. Ainda, a interação entre espaço e corpo atua na construção do que pode ser chamado de mapas mentais, sendo esses mapas um tipo de representação que possui a função de exprimir o conhecimento (ZUNZUNEGUI, 1992 *apud* HARTENTHAL; ONO, 2011).

Nas representações gráficas convencionais, o que se aproxima mais dessa representação espacial é a maquete eletrônica, que, analiticamente falando, pode ser comparada a uma fotografia ou um desenho. Tal técnica tem o seu material final apresentado num computador ou impresso em um papel e, sendo assim, o observador fica limitado a enxergar o projeto nas dimensões da tela do computador ou da folha em que a imagem foi impressa, sendo essas dimensões distantes da vivência ou da experiência do espaço conforme mencionado anteriormente. Desse modo, o efeito visual que uma composição de revestimentos visualizada na escala da tela ou do papel transmite é diferente do gerado pela mesma composição visualizada em escala real, pois, no primeiro caso, as sensações que a composição deveria passar são reduzidas a pequenas dimensões, tornando-se um limitante à compreensão do projeto e à potencialidade projetual.

De Certeau (2003, p. 203-204), ao comentar uma pesquisa feita por Linde e Labov (1975) que consistia em solicitar que moradores da cidade de Nova Iorque descrevessem os espaços onde moravam, notou que poucos dos participantes da pesquisa relataram o espaço na forma de um esquema representativo, como uma planta baixa, por exemplo; a maioria dos entrevistados descreveu o espaço relatando percursos ou ações, como por exemplo “você abre a porta e vira à direita para chegar na sala”. Para De Certeau (2003), a maneira como a minoria entrevistada respondeu

baseia-se numa compreensão visual, enquanto que a maneira como a maioria dos entrevistados respondeu baseia-se numa compreensão por movimentos, ações realizadas com todo o corpo, o que confirma a função do corpo como interlocutor da compreensão do espaço.

Dessa maneira, é notório que a metodologia tradicional de apresentação proporciona um engessamento nos ângulos de visão, uma vez que leva o observador a ver apenas pelos ângulos representados na planta técnica, que se trata de um ângulo do topo com a edificação representada com um corte na altura de 1,50m (ABNT, 1994), sendo uma vista distante da realidade, tanto pela diferença de escala quanto pelo ângulo de visão. Em contrapartida, na maquete eletrônica, existem ângulos que chegam mais próximos de um ângulo real de observação, entretanto o observador, além de não ter proporção de escala real, fica mais uma vez limitado a observar apenas pelos ângulos pré-definidos para a apresentação.

A tecnologia de RV aplicada à arquitetura pode proporcionar uma solução para essas restrições, por possibilitar uma experiência de vivência do espaço - ainda que se trate de uma simulação - com resultados bastante positivos, como citam McLuhan e Powers (1989, p. 3) *apud* Hartenthal e Ono (2011, p. 11), ao afirmarem que o uso de tecnologias funciona como uma extensão do corpo, sendo capaz de transformar a percepção sensorial humana, pois, quando um ou mais canais sensoriais são estimulados, os outros tendem a obscurecer, enaltecendo assim os canais sensoriais estimulados.

De acordo com Zevi (1974) *apud* Hartenthal e Ono (2011), a arquitetura tende à visualidade, portanto pode-se relacionar a percepção do espaço com a visão, pois a referência de espaço percebido com todo o corpo, na maioria das vezes, faz relação com o espaço percebido pelo ângulo do movimento e da visão.

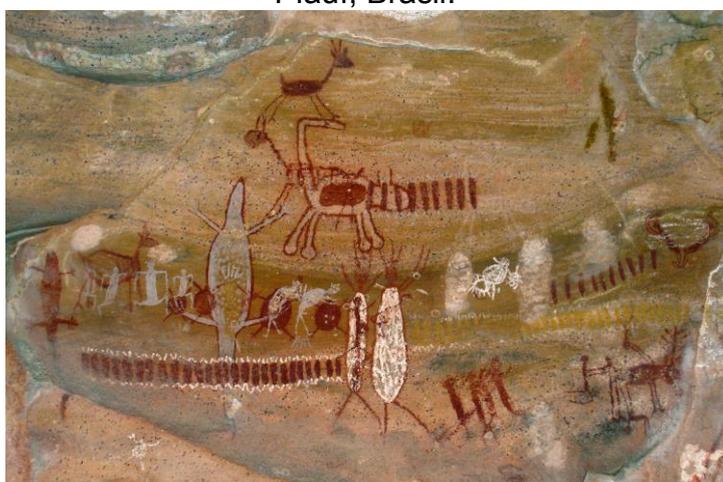
Nesse sentido, é possível notar que a tecnologia de RV aplicada à arquitetura tem capacidade para proporcionar uma representação sensorial do espaço, carregando aspectos importantes para a compreensão efetiva do projeto por parte dos envolvidos no mesmo e trazendo, por consequência, grandes melhorias à qualidade dos projetos arquitetônicos, no ensino e na evolução da arquitetura.

2.3 SURGIMENTO DO DESENHO

Desde os primórdios da humanidade, o desenho se faz presente na comunicação. Por ser uma ferramenta importantíssima também no meio arquitetônico, tal instrumento possui a responsabilidade de transmitir a maior parte dos pensamentos e ideias resultantes do processo de criação arquitetônica. Neste tópico, serão abordados o surgimento, a relevância na área da arquitetura e as características, influências e potencialidades que surgem com a evolução das técnicas de representação gráfica nessa área.

De acordo com Batista (2010), o desenho é um instrumento de suma importância na criação, sendo uma ferramenta de expressão da criatividade humana. As primeiras formas de expressão gráfica são do período Paleolítico Superior, datando de, aproximadamente, 40.000 anos a.C. (Figura 2), assim podendo ser considerada como a primeira forma de linguagem humana, a exemplo das crianças que se expressam através de desenhos antes mesmo de proferirem suas primeiras palavras.

Figura 2 - Pintura rupestre no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil.



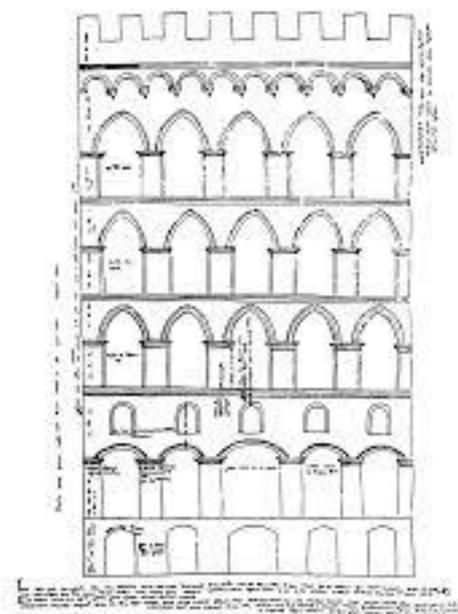
Fonte: Google Imagens, 2019.

De acordo com Batista (2010), foram encontradas no Egito evidências de desenhos no desenvolvimento da arquitetura, tais como plantas, representando malhas quadradas, desenhos dos edifícios e alguns croquis. A autora menciona que o material gráfico era usado para passar instruções aos operários, contudo, devido ao construtor não possuir ferramentas que o permitissem distanciar-se da fase construtiva, sua presença fazia-se necessária durante todo o processo construtivo, uma vez que, mesmo com tal representação gráfica, não existiam ferramentas que possibilitassem planejar toda a edificação antes de sua concepção (BATISTA, 2010).

2.4. DESENHO COMO REPRESENTAÇÃO TÉCNICA

Segundo Batista (2010), embora o desenho se fizesse presente no desenvolvimento arquitetônico histórico, ele não era considerado primordial, mas sim apenas mais uma das ferramentas disponíveis, sendo a geometria considerada como mais importante. Foi apenas no período gótico que o desenho começou a tomar-se principal ferramenta de representação. Tal evolução pode ser observada em alguns desenhos da época, a exemplo da Figura 3:

Figura 3 - Desenho feito por Sansedoni no período gótico, representando uma elevação.



Fonte: Google Imagens, 2019.

São observadas na Figura 3 tanto a proporção de escala quanto a existência de anotações contendo informações da execução, mostrando-se que, apesar de se tratar de um desenho ainda rudimentar, já continha informações muito semelhantes às encontradas nos desenhos técnicos atuais. Ademais, esse tipo de desenho caracteriza-se como uma das primeiras representações das intenções do construtor antes da execução da obra, tornando-se um símbolo da necessidade deste de representar suas ideias em desenho e refletindo, assim, a maneira de enxergar a prática profissional, ao passo que faz com que as ideias representadas em desenho tivessem crédito de autoria, além de resultar numa distinção entre trabalho intelectual e manual (BATISTA, 2010).

De acordo com Batista (2010), apesar de o desenho com detalhes sobre sua execução ter suas primeiras aparições no período gótico, a possibilidade de uso do desenho como ferramenta essencial na arquitetura tornou-se presente apenas no período renascentista, após o surgimento da perspectiva linear.

As aparições do desenho no âmbito da arquitetura também podem ser abordadas no contexto da formação profissional. Conforme Andrade, Ruschel e Moreira (2011), a formação do arquiteto era dividida em dois tipos: a formação em artes e ofícios diversos e a formação em educação clássica. A formação em artes e ofícios diversos era destinada à aprendizagem prática, de modo que seus estudantes trabalhavam, em sua maioria, em edificações militares, trabalhando em edificações civis apenas em tempos de paz, ao fim da carreira militar ou mediante boa remuneração.

Já na formação em educação clássica, trabalhava-se sobretudo o aprendizado teórico, havendo apenas atuantes em arquitetura civil. Tais profissionais consideravam a teoria mais avançada que a prática da construção, o que futuramente ocasionou a ruptura entre a concepção do edifício e a sua construção, definindo-se posteriormente o ensino teórico de arquitetura como disciplina. Para viabilizar que o ensino de arquitetura fosse apenas teórico, fazia-se necessária a representação do edifício antes da sua construção e, por conseguinte, novas técnicas, como o desenho em escala, foram desenvolvidas.

Segundo Batista (2010), apenas no último século do Renascimento, com o progresso da geometria descritiva, é que de fato o desenho arquitetônico foi aceito como ferramenta da arquitetura, sobretudo devido a essa geometria ter se firmado na Revolução Industrial, vindo posteriormente a tornar-se disciplina obrigatória no estudo de engenharia e de arquitetura.

Dessa forma, o desenho tornou-se uma ferramenta essencial para o profissional de arquitetura. Do mesmo modo, como os desenhos feitos à mão por muitos anos fizeram parte da rotina de trabalho de tais profissionais, ferramentas como pranchetas de desenho, réguas paralelas, compasso, esquadros e outras foram itens imprescindíveis aos trabalhos realizados nos escritórios da área, tornando-se por muito tempo o principal instrumento de trabalho na arquitetura (BATISTA, 2010).

Assim, o desenho tornou-se a principal ferramenta de representação da profissão, de modo que se fez necessária a padronização dessa nova linguagem, para garantir uma melhor compreensão entre os profissionais da área. Surgem, assim, as normas técnicas, viabilizando a comunicação entre escritórios distintos e proporcionando que profissionais pudessem trabalhar juntos usando uma mesma linguagem. No Brasil, surgiram diversas normas que padronizam o uso de escalas, como a NBR 8196/1999, até especificações de desenhos em arquitetura, como a NBR 6492/1994, usadas até os dias atuais como padronização dos desenhos técnicos.

2.5. A INFLUÊNCIA DO COMPUTADOR

Os avanços tecnológicos trouxeram uma nova perspectiva à representação gráfica. Segundo Amaral e Filho (2010), ao fim da década de 1950, foi desenvolvido o sistema CAM (*Computer Aided Manufacturing* - Fabricação Assistida por Computador), que revolucionou o mundo do *design* através do computador. Posteriormente, na década de 1960, surgiu a tecnologia CAD (*Computer Aided Design* - Desenho Assistido por Computador), responsável por revolucionar a maneira como se desenha em arquitetura. A partir da década de 1980, surgiu o computador pessoal, facilitando o acesso à tecnologia para inúmeros profissionais da área, e, em 1982, foi criado o primeiro programa com base na tecnologia CAD a operar nos computadores pessoais.

A partir dessa revolução, gradativamente, as técnicas aplicadas nas pranchetas de desenhos passaram a ser inseridas na nova linguagem computacional, fazendo com que, ao passar do tempo, o computador substituísse praticamente por completo o uso das pranchetas tradicionais nos escritórios de arquitetura. Com isso, os computadores tornaram-se o que se pode chamar de pranchetas virtuais, graças ao sistema CAD (BATISTA, 2010).

No entanto, a comodidade dos profissionais de utilizar esse novo tipo de ferramenta – a virtual – não os fez explorar as possibilidades que o uso do computador proporcionava, de modo que, mesmo utilizando o computador no processo projetual, a forma de projetar continuava sendo renascentista, diz Batista (2010).

Em paralelo a toda essa evolução dos computadores e à difusão da informação com o surgimento da *internet*, novas demandas de representação de projeto foram

surgindo. O modelo bidimensional do sistema CAD já não atendia as necessidades, visto que, mesmo com normas técnicas e ferramentas CAD eficientes, os desenhos bidimensionais não se faziam mais suficientes para as representações gráficas do momento. Dessa forma, foram surgindo *softwares* de modelagem, capazes de gerar modelos tridimensionais dos projetos arquitetônicos, revolucionando a maneira de projetar e possibilitando o desprendimento do profissional das técnicas renascentistas ainda utilizadas.

Espinheira Neto (2004) ressalta que o profissional ligado à arquitetura carrega consigo habilidade suficiente para visualizar tridimensionalmente um projeto elaborado de maneira bidimensional, entretanto pessoas que não possuem tal conhecimento técnico demonstram dificuldade na compreensão dos elementos apresentados, de modo que o surgimento da maquete eletrônica, através de *softwares* de modelagem digital, viabiliza tal compreensão. Isso porque a visualização tridimensional é semelhante à concebida no mundo real, proporcionando que a intenção de projeto fique mais esclarecida. Contudo, a maquete eletrônica não proporciona a representação sensorial do espaço, elemento chave para a compreensão do mesmo, o que, com o avanço tecnológico e o surgimento da realidade virtual, pôde ser resolvido a partir do alcance de um novo patamar de representação e de criação projetual, proporcionando-se avanços significativos na maneira de projetar, representar, interagir e de como a arquitetura é vista na atualidade. É sobre isso que trata o próximo capítulo.

3. TECNOLOGIAS EMERGENTES

A representação gráfica na arquitetura apresenta um contínuo processo de evolução ao longo dos anos. Existem hoje tecnologias emergentes que podem trazer ainda mais benefícios para a representação gráfica arquitetônica, como a realidade aumentada, a realidade mista e a realidade virtual, foco deste trabalho. Embora com nomes parecidos, tais tecnologias têm funções e aplicações distintas, sendo necessário compreender um pouco sobre elas para então se ter um melhor entendimento a respeito da realidade virtual.

3.1 REALIDADE AUMENTADA

A realidade aumentada (RA), também conhecida como realidade expandida ou realidade ampliada, de acordo com Cintra (2019), trata-se de uma sobreposição no mundo físico (mundo real, em que o humano está inserido) com intervenções virtuais (mundo simulado por computação), criando interação entre o mundo virtual e o mundo físico, como ocorre nas etiquetas QR Code (Figura 4).

Figura 4 - QR Code (cartão de visita).



Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Tais etiquetas estão presentes no mundo físico e carregam informações que são mostradas no mundo virtual, como as informações sobre um vinho ou um cartão de visita que, no mundo físico, contém apenas o QR Code, mas, no mundo virtual, contém mais informações pertinentes ao seu uso. Outro exemplo são os jogos para *smartphone*, como o Pokémon Go (Figura 5), que ficou famoso em 2016.

Figura 5 - Uso de realidade aumentada no jogo Pokémon Go.



Fonte: Google Imagens, 2019.

Nesse jogo, os personagens são inseridos no mundo físico através da realidade aumentada, permitindo-se que os jogadores possam interagir com eles, capturando-os, evoluindo-os e ainda colocando-os para interagir com personagens de outros jogadores. No jogo, toda interação entre o mundo físico e virtual acontece através da câmera do *smartphone*.

Segundo Cintra (2019), a realidade aumentada funciona com a junção de um *software*, um marcador no mundo físico e um GPS: o *software* pode ser instalado num *smartphone* ou num óculos de realidade aumentada; o marcador no mundo físico pode ser impresso num cartão, numa etiqueta, rótulo, etc., como o QR Code; e o GPS marca a posição no mundo físico.

Os *smartphones* atuais já possuem um *software* de realidade aumentada implementado na sua câmera. Através dela, um aplicativo específico, como o Pokémon Go, juntamente com o GPS integrado ao *software*, que fornece as informações de localização do usuário no mundo físico, insere as intervenções do mundo virtual neste, enquanto que, na realidade virtual, o observador é inserido no mundo virtual.

3.2 REALIDADE MISTA

Já a realidade mista (RM) vai além da realidade aumentada, colocando o observador num ambiente que mistura o espaço físico com o espaço virtual, de maneira mais imersiva que na realidade aumentada (AMBROZIM, 2017).

De acordo com Ambrozim (2017), a RM é um tipo de aprimoramento da realidade aumentada, na medida em que, nela, os itens inseridos no mundo real têm mais precisão, seguindo-se a ideia de torná-los o mais real possível. Por exemplo, se uma figura virtual é inserida no mundo físico com realidade aumentada, tal figura fica no local até certa distância, e, à medida que o observador vai se afastando, a figura fica distorcida e tende a voltar-se sempre para o observador, enquanto que, na realidade mista, a figura permanece na mesma posição original, de tal forma que o observador pode se aproximar, mudar de ângulo e contemplá-la com toda riqueza de detalhes, além de interagir com ela.

Outro fator que difere a RM da RA é que, nesta última, o maior meio de contato é pelo *smartphone*, que limita o contato com o mundo virtual à tela do aparelho, reduzindo-se assim a imersão com as figuras desse mundo. Já na RM, a interação se dá através de um *headset* - combinação de vários dispositivos tecnológicos a serem acoplados na cabeça do usuário - de realidade mista, como mostra a Figura 6.

Figura 6 - *Headset* de realidade mista.



Fonte: Google Imagens, 2019.

Segundo a fabricante Microsoft (2019), tal dispositivo contém sensores infravermelho, sensores de movimento, câmeras, acelerômetro, giroscópio, magnetômetro, lentes holográficas transparentes, microfone de cinco canais, auto-falantes com som espacial incorporado e um microcomputador que processa todas as informações. O *headset* faz um mapeamento tridimensional do ambiente em que o observador está e projeta as imagens holográficas na lente do óculos, passando a sensação para o observador de que as imagens estão de fato inseridas no mundo físico. Os sensores também capturam os movimentos do observador, permitindo que ele interaja com o mundo virtual fazendo gestos com as próprias mãos, como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Projeção holográfica RM.



Fonte: Google Imagens, 2019.

Desse modo, observa-se que, tanto na realidade aumentada como na realidade mista, o observador tem uma sobreposição parcial do mundo virtual sobre o mundo físico.

3.3 REALIDADE VIRTUAL

De acordo com Tori e Kirner (2006, p. 3), a realidade virtual consegue “[...] reproduzir com fidelidade ambientes da vida real como a casa virtual, a universidade virtual, o banco virtual, a cidade virtual, etc, de forma que o usuário possa entrar nesses ambientes e interagir com seus recursos de forma natural [...]”.

Como o próprio nome diz, a realidade virtual trata-se de uma representação por meio de simulação computacional, que possa reproduzir ambientes ou cenários em que ao menos um dos cinco sentidos seja enaltecido. No contexto abordado neste trabalho, os sentidos aguçados são o da visão e da audição, em especial o da visão, levando-se através dele informações ao cérebro que compreendem a relação espacial, por meio de reações proporcionais ao estímulo, como possíveis reações à claustrofobia, doença caracterizada pelo mal-estar de uma pessoa exposta a ambientes muito fechados ou com muitas pessoas. Se a realidade virtual for capaz de proporcionar sensações semelhantes, provará ser uma representação convincente da realidade, até porque à relação espacial são creditadas as sensações de escala em um ambiente, sendo, por isso, de muita relevância (BURDEA; COIFFET, 1994 *apud* REBELO, 1999).

Quando existe combinação de sentidos, o grau de absorção do conhecimento aumenta. Na realidade virtual, os sentidos de visão e espacialidade são aguçados, tornando-se o ato de visualizar em realidade virtual uma atividade prática, e, de acordo com Rebelo (1999), as teorias construtivistas afirmam que o aprendizado está associado à atividade prática. Sendo assim, o uso de realidade virtual mostra-se efetivo.

Imersão, interação e envolvimento. Segundo Morie (1994) *apud* Netto, Machado e Oliveira (2002), são esses os preceitos básicos para uma experiência ser caracterizada como realidade virtual, de forma que a imersão é alcançada através da visão, fazendo-se uso de dispositivos que isolam o usuário do mundo físico e proporcionam uma navegação no mundo virtual. A interação é alcançada mediante respostas, no mundo virtual, a impulsos executados no mundo físico, como a ação de girar a cabeça para a esquerda ou direita, obtendo-se no mundo virtual uma resposta de igual intensidade aos movimentos executados no mundo físico.

Já o envolvimento é caracterizado pelo nível de ação do usuário dentro do ambiente virtual, podendo ela ser classificada como passiva, exploratória ou interativa. Na sensação de caráter passivo, o usuário é submetido a rotas e pontos controlados pelo software, sem possuir controle sobre o espaço; na exploratória, o usuário pode escolher os ambientes que deseja visitar, entretanto não consegue interagir com os elementos presentes nos mesmos, como segurar objetos, acender ou apagar luzes; por fim, na sensação de caráter interativo, o usuário tem total controle sobre o mundo

virtual, permitindo-se também interagir com objetos presentes no espaço (NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, (2002).

A realidade virtual (RV) objeto deste estudo insere o observador num mundo completamente virtual, ou seja, os *headsets* utilizados não proporcionam contato com o mundo real (Figura 8).

Figura 8 - *Headset* de realidade virtual.



Fonte: Google Imagens, 2019.

O *headset* utilizado na RV possui duas telas e nelas são exibidas imagens que simulam um ambiente e objetos em tamanho real, proporcional ao campo de visão humana e, além de permitir interação com o ambiente virtual, também possibilita inserir sons no ambiente simulado, entregando ao observador uma percepção espacial muito próxima da realidade, de modo que sua imersão é completa (CARL ZEISS, 2017).

Através desse tipo de experiência, o observador pode, por exemplo, visualizar a vegetação do espaço num tamanho muito próximo do real, com grande riqueza de detalhes, tornando-se a visualização dessa composição de elementos tão impactante quanto a sua visualização real (Figura 9).

Figura 9 - Observador usando um *headset* de realidade virtual.



Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

O ângulo de visão na RV, assim como no mundo físico, também é comandado pelo observador, incrementando-se ainda mais a percepção de espaço e trazendo-se todos os detalhes do ambiente projetado para a experiência de RV, em que, diferentemente da apresentação por pranchas e imagens renderizadas, todos os detalhes estão conectados sem a necessidade de folhear materiais impressos para compreender o que é cada detalhe.

Na realidade virtual, todos os detalhes do projeto estão simulados no ambiente RV ao alcance do olhar do observador, conseguindo-se mostrar com mais clareza as ideias projetuais e transmitir sensações que o espaço foi projetado para causar. Isso porque, com a técnica de realidade virtual aplicada à arquitetura, o observador é inserido no mundo virtual que simula em tamanho real o espaço projetado, passando-se a impressão de que o projeto está executado na frente do observador, o que favorece a resolução de quaisquer dúvidas, por ter-se uma amostragem do projeto quase real, antes mesmo de ele ser executado (REBELO, 1999).

3.4 BREVE HISTÓRICO DA REALIDADE VIRTUAL

Apesar de a realidade virtual tratar-se de um tipo de tecnologia sofisticada, os seus estudos e desenvolvimento tiveram início na década de 1950. De acordo com

Tori e Kirner (2006), a concepção do primeiro dispositivo a proporcionar a imersão dos sentidos do observador no mundo virtual se deu nessa década, sendo o primeiro capacete de realidade virtual datado de 1960, e o termo “realidade virtual” (RV) surgiu no final dos anos 1980.

Nos dias atuais, a RV aparenta ser algo muito novo e até futurista. De fato, a realidade virtual engloba os maiores avanços tecnológicos e trabalha com o que existe de melhor na tecnologia, entretanto a sua área de pesquisa não é tão recente, visto que, desde a década de 1950, estudos vêm buscando *interfaces* (relação homem e máquina) interativas mais próximas aos sentidos humanos, de modo a consolidar com maior veemência a interação homem-computador. Segundo Tori e Kirner (2006, p. 4):

[...] o que hoje é considerado RV pode vir a ser a interface padrão do computador do futuro, e realidade virtual passar a ser a denominação de alguma nova tecnologia, que nesse momento está sendo concebida nos laboratórios de pesquisa. [...].

Atualmente, pode-se vivenciar a experiência proporcionada por *gadgets* (nome do inglês usado para denominar dispositivos tecnológicos portáteis) como o *headset* de realidade mista, citado no tópico anterior, que funcionam com um sistema operacional holográfico. Apesar de se tratar de realidade mista, e não de realidade virtual, essa tecnologia compartilha dos mesmos princípios da estereoscopia em sua área de pesquisa, que, de acordo com Siscoutto *et al.* (2004), trata-se de um efeito ativo no cérebro humano após interpretar uma imagem por meio de visão binocular, simulando assim o modo como o observador enxerga o mundo físico. Portanto, confirma-se a previsão dos autores realizada no ano de 2006.

Conforme Biocca (1995) *apud* Tori e Kirner (2006), o artista e cientista da computação Jaron Lanier, na busca pela junção do real com o virtual, fundiu dois conceitos em um novo, captando, assim, a essência da tecnologia e usando pela primeira vez o termo “realidade virtual” (RV). Entretanto, antes de chegar a essa terminologia, outras pesquisas serviram como base do seu estudo, por exemplo, em 1960, o cientista Ivan Sutherland já havia criado o *Sketchpad* (Figura 10), que foi o sistema base para a interface da computação gráfica como conhecida nos dias de hoje. Logo em seguida, Sutherland criou o que denominou de “*Ultimate Display*” (PACKER, 2001 *apud* TORI; KIRNER, 2006, p. 4) e, no final da década de 1960, Ivan

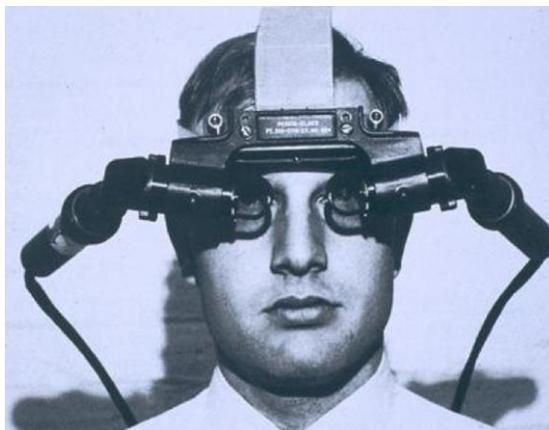
Sutherland produziu o que veio a ser o primeiro capacete de realidade virtual (Figura 11).

Figura 10 - Ivan Sutherland e seu projeto Sketchpad, no MIT, em 1963.



Fonte: <https://www.timetoast.com/timelines/historia-da-computacao-grafica--3>. Acesso em: 09 mar. 2020.

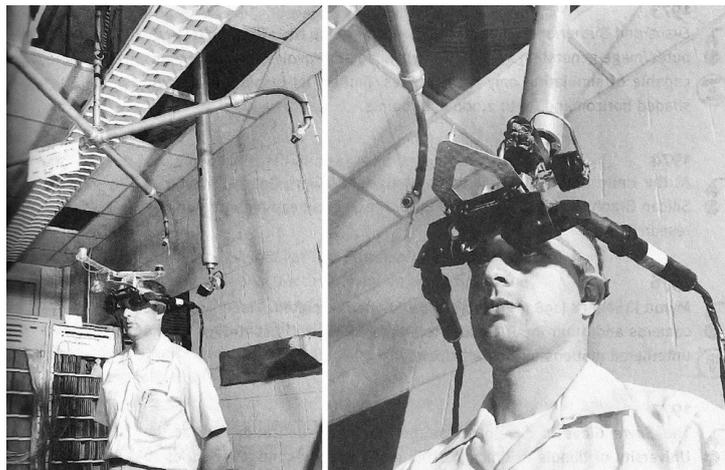
Figura 11 - *Head-mounted display* desenvolvido por Ivan Sutherland.



Fonte:
<http://web.ist.utl.pt/ist170613/img/damocles.png>.
 Acesso em: 09 mar. 2020.

De acordo com Sun (2004) *apud* Tori e Kirner (2006, p. 5), um dos experimentos de Sutherland consistia em demonstrar a possibilidade de imersão e telepresença proporcionadas pelo uso do seu dispositivo. No experimento, duas câmeras foram posicionadas na laje de um edifício e acopladas no *head-mounted display*, de modo que os movimentos das câmeras fossem diretamente controlados pela cabeça do observador, que, por sua vez, encontrava-se posicionado dentro do edifício usando o capacete do dispositivo de Sutherland (Figura12).

Figura 12 - Experimento realizado por Ivan Sutherland em 1966.



Fonte: <http://www.vudream.com/wp-content/uploads/2017/02/Sword-of-Damocles.jpg>. Acesso em: 09 mar. 2020.

Assim, o observador reagia às imagens das câmeras controladas por seu movimento, como se ele estivesse de fato no local onde as câmeras estavam posicionadas, esboçando reações e sensações, como o pânico ao olhar para baixo.

Antecedendo as pesquisas mencionadas, de acordo com Packer (2001) *apud* Tori e Kirner (2006, p. 5), na década de 1950, Morton Heilig, que imaginava o “cinema do futuro”, foi considerado o primeiro a propor um sistemas de imersão e até a criar um sistema imersivo, a que deu o nome de Sensorama (Figura 13).

Figura 13 - Dispositivo Sensorama.



Fonte: <http://www.telepresence.org/sensorama/images/sensorama-1.jpg>. Acesso em: 09 mar. 2020.

Nesse equipamento, o observador assistia a um filme e era submetido a sensações e movimentos de acordo com as imagens exibidas no aparelho, que também submetia o usuário a sons, vento e visão estereoscópica, técnica base dos estudos de realidade virtual da maneira como é usada na atualidade.

Apesar do dispositivo criado por Heilig ter chegado a ser produzido, não se tornou um sucesso comercial como ele imaginava, todavia foi de grande contribuição para os estudos na área de desenvolvimento da tecnologia de realidade virtual.

4. REALIDADE VIRTUAL E ARQUITETURA

Com o avanço tecnológico, novas ferramentas vão surgindo. Por conseguinte, por meio do uso adequado das mesmas, o nível de conhecimento eleva-se gradativamente. Entretanto, de acordo com Batista (2010), existe uma comodidade por parte dos profissionais que não os faz explorar as possibilidades de uso das novas ferramentas, restringindo, dessa forma, a capacidade de aperfeiçoamento de projetos ofertada através de novas tecnologias. Essa percepção dos benefícios que o avanço tecnológico pode trazer para arquitetura é o motivo da realização deste trabalho e, com isso em vista, neste capítulo é demonstrada a aplicação da tecnologia de realidade virtual na arquitetura.

4.1 FERRAMENTAS DE USO E TENDÊNCIAS DE REALIDADE VIRTUAL NA ARQUITETURA

Com a capacidade de simular ambientes ao usuário de maneira computadorizada, a realidade virtual vem ganhando notoriedade na arquitetura, sendo um grande facilitador para a representação projetual, devido à dificuldade em demonstrar um projeto arquitetônico para pessoas com pouco ou nenhum conhecimento técnico, além de também poder estar presente na fase de concepção do projeto, deixando mais claros a visualização e o entendimento por parte dos envolvidos.

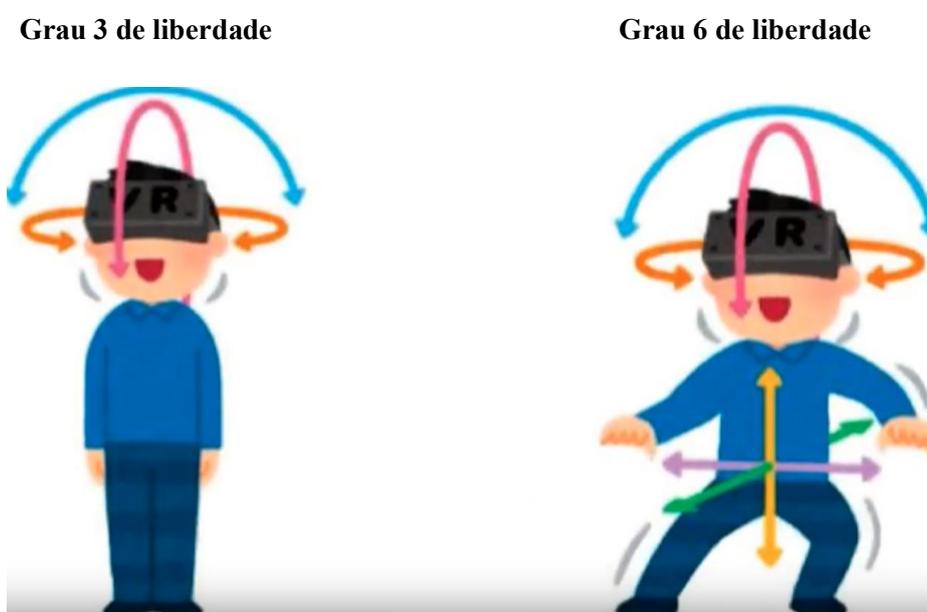
Por meio dessa tecnologia de imersão, os envolvidos no projeto, através da utilização dos óculos de realidade virtual, encontram-se dentro de um ambiente simulado virtualmente com escala real 1:1. Graças a isso, demonstram-se, com riqueza de detalhes, todos os objetos e elementos presentes no projeto, além de haver respostas aos movimentos do usuário com a maior fidelidade possível à realidade física, possibilitando-se melhor compreensão dos projetos de arquitetura e promovendo-se sensações e percepções que não são possíveis através do método convencional.

Nos subtópicos seguintes, serão abordados os tipos de dispositivos e de sistemas existentes até a presente data de pesquisa deste trabalho, além do uso da tecnologia de realidade virtual em diferentes áreas e das tendências de uso na arquitetura.

4.1.1 Dispositivos e sistemas para realidade virtual

Atualmente, existem alguns tipos de *headsets* voltados para realidade virtual. Para se compreenderem suas diferenças, faz-se necessário entender um pouco de navegação no ambiente virtual, que, de acordo com Tori e Kirner (2006), se dá com 3 e 6 graus de liberdade, sendo o grau 3 responsável pela captação dos movimentos apenas da cabeça do usuário e o grau 6 responsável pelos movimentos da cabeça e também do corpo do usuário (Figura 14).

Figura 14 - Graus de liberdade na realidade virtual.



Fonte: Nerdologia, 2017, adaptado pelo autor, 2019.

Uma experiência imersiva em realidade virtual de grau 3 permite ao usuário uma visão de 360 graus no espaço, com o ambiente virtual reagindo de acordo com os movimentos de sua cabeça. Porém, se o usuário caminhar pelo espaço, o ambiente virtual no qual está inserido também irá se movimentar, mantendo sempre a mesma distância entre o observador e o objeto/ambiente observado, o que limita o usuário a

visões de diferentes ângulos, mas a profundidade da imagem, proporcionada pelo efeito estereoscópico, permanece, causando uma boa experiência imersiva para o usuário.

Já numa experiência de grau 6, o usuário tem, além da visão em 360 graus com efeito estereoscópico do ambiente, a possibilidade de se locomover pelo espaço virtual, de modo que, se o observador caminha numa experiência imersiva grau 6, o espaço virtual à sua volta reage ao movimento do seu corpo. Por exemplo, se o observador der dois passos em direção a uma mesa no mundo virtual, essa mesa vai reagir ao movimento do observador, aproximando-se exatamente os mesmos dois passos dados pelo observador. Isso permite ao usuário não apenas se locomover pelo espaço, mas também realizar ações como se abaixar, correr, pular e todo tipo de movimento que seu corpo possa fazer.

Dessa maneira, os *headsets* existentes hoje podem ser classificados como grau 3 e grau 6. Os *headset* de grau 6 são os modelos mais caros e também os que trazem uma experiência imersiva mais completa, necessitando de um kit de equipamentos para o seu completo funcionamento (Figura 15).



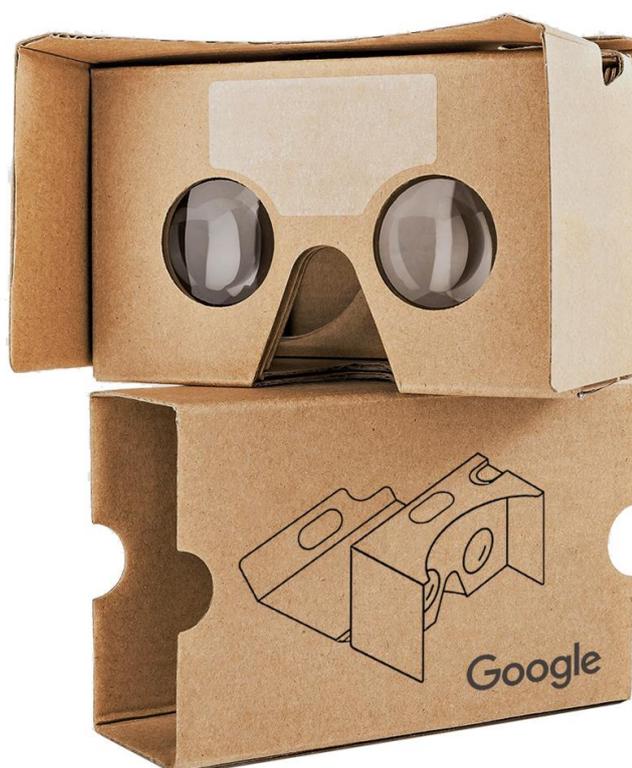
Fonte: https://http2.mlstatic.com/kit-oculus-rift-vr-headset-touch-bundle-D_NQ_NP_669548-MLB27597488932_062018-F.jpg. Acesso em: 09 mar. 2020.

O kit conta com *headset* provido de tela própria e sistema de som integrado, bem como dois controles que servem para o usuário interagir com o ambiente, como por exemplo segurar objetos, abrir portas, dentre outros movimentos que simulam o mundo físico. O kit inicial conta também com dois sensores que servem para capturar os movimentos do corpo do usuário e do *headset* e controles, podendo ser adicionado ainda um terceiro sensor para captar os possíveis movimentos de fora do campo de

visão do observador. São justamente esses sensores que elevam a experiência imersiva para o grau 6. Para funcionar, todo esse kit deve ser conectado a um computador com configurações bem elevadas, pois ele deve suportar renderizações em tempo real para possibilitar uma boa resposta imersiva (OCULUS, 2019).

A Google Inc. surgiu com a proposta de democratizar a realidade virtual, lançando o Google Cardboard (Figura 16).

Figura 16 - Dispositivo RV do tipo *Cardboard*.



Fonte:

<https://www.gadgets4geeks.com.au/WebRoot/Master/Shops/gadgets4geeks/Products/G-CARD-3/google-cardboard-2-vr-headset-strap-3d-glass-for-mobile-phones.jpg>. Acesso em: 09 mar. 2020.

Esse gadget surgiu para ser barato e acessível a todos e é responsável por boa parte da difusão da tecnologia de realidade virtual. Trata-se de um aparelho bem simples feito de papelão, com lentes de vidro e que precisa de um smartphone para funcionar. O *headset* proporciona imersão de grau 3, o que é suficiente para introduzir várias possibilidades em realidade virtual (VR.GOOGLE, 2019).

A Google Inc. tornou o projeto Google Cardboard aberto, liberando todas as suas patentes. Com isso, um número vasto de *gadgets* com os mesmos princípios do

headset da Google começou a surgir, todos possuindo grau 3 de imersão e precisando de um *smartphone* para funcionar. Entretanto, foram aprimorados itens como material e estrutura, trazendo-se mais conforto ao usuário (Figura 17). Esse foi um passo importante para a difusão da realidade virtual.

Figura 17 - *Headsets* populares do tipo grau 3.



Fonte: Google Imagens, 2019, adaptado pelo autor.

No ano de 2019, surgiu uma nova tipologia de *headsets*, caracterizada pelo funcionamento independente dos dispositivos, como o *headset* de grau 3 denominado pelo seu fabricante de Oculus Go (Figura 18).

Figura 18 - Oculus Go.



.Fonte: Oculus, 2019.

De acordo com a Oculus (2019), o dispositivo conta com tela integrada e fones de ouvido com som imersivo, além de conexão *wifi* e *bluetooth*, dispensando o uso de *smartphone* ou computador. O *gadget* com imersão grau 3 funciona basicamente como os modelos *Cardboard*, porém possui tela própria e todos os componentes necessários. Há também melhorias no conforto, qualidade de imagem e interface.

Outro dispositivo disponível é o denominado pela sua fabricante como Oculus Quest, que incorpora todos os itens do kit em um único *headset* (Figura 19).

Figura 19 - *Headset* de grau 6 com todos os sensores necessários embutidos no equipamento.



Fonte: <https://gamevision.com.br/oculus-quest-oculos-de-realidade-virtual-esgota-em-uma-semana-nos-eua/>. Acesso em: 09 mar. 2020.

Esse *headset* trata-se de um dispositivo completo que proporciona imersão de grau 6. Tal *gadget* impressiona por ter todos os componentes necessários para imersão de grau 6 integrados num único *headset*, dispensando o uso de um computador e de sensores externos. Além disso, vem acompanhado de dois controles que funcionam como as mãos do usuário no mundo virtual, permitindo caminhar no espaço simulado e interagir com todo o ambiente, sem a necessidade de fios conectados a um computador. Assim, o *headset* funciona de maneira completamente

independente, proporcionando uma maior qualidade de imersão e deixando os movimentos fluidos e a interatividade muito próxima com a do mundo físico (OCULUS, 2019).

Com todos esses dispositivos disponíveis, é bem provável que a popularização da tecnologia de RV cresça cada vez mais rápido e, com ela, toda a capacidade evolutiva humana, em diversas áreas.

4.1.2 Uso de realidade virtual em diferentes áreas

Com o avanço da tecnologia, a realidade virtual voltou seu principal foco para o mercado de jogos de entretenimento digital. Atualmente, é possível ter uma experiência em realidade virtual com um *smartphone* acoplado a um *headset* simples já disponível no mercado, reduzindo-se o seu custo e, assim, contribuindo para a popularização da tecnologia. Apesar de o principal uso contemporâneo da RV estar focado no mercado de jogos digitais, existem muitas outras aplicações para a tecnologia.

A fabricante de automóveis Volvo fez uso do *headset* de realidade virtual do tipo *Cardboard*, que funciona em conjunto com um *smartphone*, para proporcionar uma experiência de realidade virtual aos seus consumidores, o que, segundo Macedo (2016), foi o primeiro teste drive totalmente imersivo. A empresa desenvolveu um aplicativo chamado Volvo Reality, que pode ser instalado em qualquer *smartphone* e que promove o seu produto automotivo Volvo XC90. A ideia é que os seus consumidores possam fazer o teste drive no veículo sem nem mesmo saírem de casa (Figura 20).

Figura 20 - Teste drive em realidade virtual.



Fonte: Google Imagens, 2019, adaptado pelo autor.

Outro exemplo de uso da tecnologia RV advém da promoção do turismo. Segundo Macedo (2016), a Câmara da Cidade do Porto, em Portugal, investiu em um aplicativo que, através de *gadget* do tipo *Cardboard*, promove um passeio virtual pelos muitos lugares icônicos da cidade. Na iniciativa, foram utilizados óculos de realidade virtual confeccionados em papelão e estampados com imagens corporativas da cidade.

A tecnologia de realidade virtual também tem sua contribuição para os avanços da medicina. Conforme Garcia *et al.* (2013), a realidade virtual fornece diversos estímulos, gerando conflitos em níveis distintos de dificuldade em ambiente controlado, o que possibilitou o experimento que ajudou no tratamento da doença de Ménière. O objetivo do experimento foi verificar qual o efeito causado por um programa de reabilitação vestibular do equilíbrio corporal quando os pacientes portadores da doença de Ménière eram submetidos a estímulos causados pela experiência de realidade virtual (GARCIA *et al.*, 2013). Com tal experimento, concluiu-se que o estímulo causado pela RV é eficaz no tratamento dos sintomas da doença.

A aplicação na medicina é vasta e se estende também ao ensino acadêmico. Segundo Rezende (2012), a realidade virtual pode ser aplicada em qualquer situação que exija treinamento com movimentos repetitivos para conquistar habilidades, e, no

campo cirúrgico, tal treinamento se faz necessário. Na área da oftalmologia, o uso do simulador de cirurgia em realidade virtual já se faz presente em algumas universidades, tendo sua presença iniciada no Brasil em outubro de 2011 no “Curso Avançado de Retina”, realizado no Rio de Janeiro através da utilização do simulador cirúrgico Eyesi (REZENDE, 2012) (Figura 21).

Figura 21 - Simulador cirúrgico Eyesi.

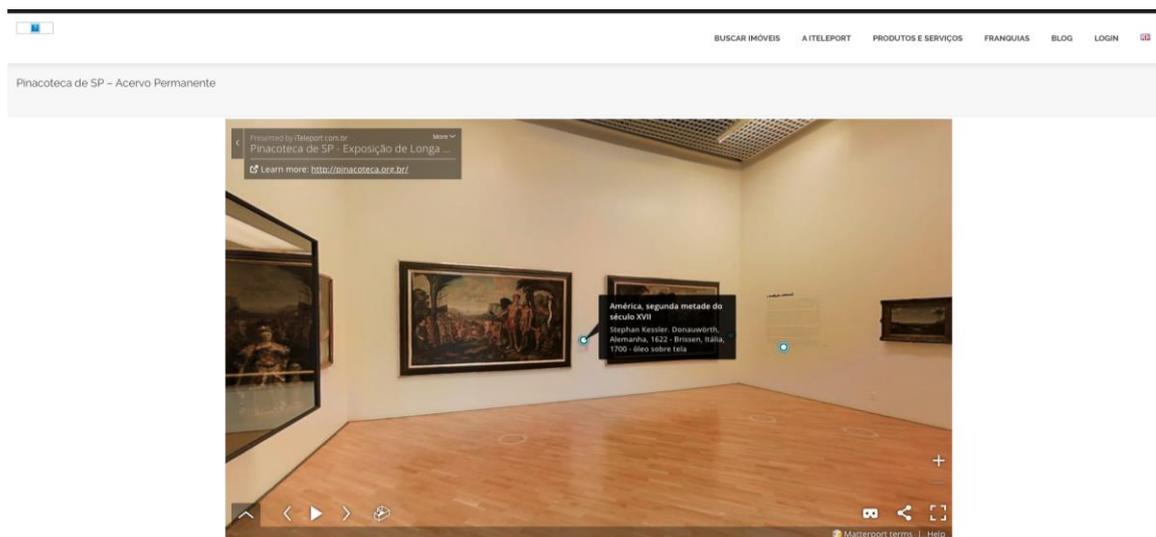


Fonte: <https://panoramafarmaceutico.com.br/wp-content/uploads/2017/06/Inauguração-Centro-de-Simulação-de-Micro-Cirurgia-80-e1517599369685.jpg>. Acesso em: 10 mar. 2020.

O equipamento funciona com um microscópio binocular montado em mesa com cabeça e olhos artificiais conectados ao computador. Os elementos artificiais que simulam o rosto humano e seu sistema ocular possuem texturas e características muito próximas da real, trazendo enorme veracidade ao treinamento. Após o uso do equipamento no ensino, a curva de aprendizagem foi reduzida e cirurgias posteriores tornaram-se mais rápidas, provando-se a eficiência de mais uma aplicação da tecnologia de RV.

Outra possibilidade de uso de RV é para encurtar distâncias, a exemplo de uma visita a um museu, sem a necessidade de pegar um metrô, ou viajar para outro estado, sem sequer sair da sala de casa. Baratto (2018) afirma que, com a aplicação da realidade virtual, as distâncias físicas não são mais uma barreira, sendo um exemplo disso o passeio em RV que foi criado para proporcionar uma visita à Pinacoteca de São Paulo e dar acesso a todo o seu acervo permanente (Figura 22).

Figura 22 - Passeio virtual pela Pinacoteca de São Paulo.

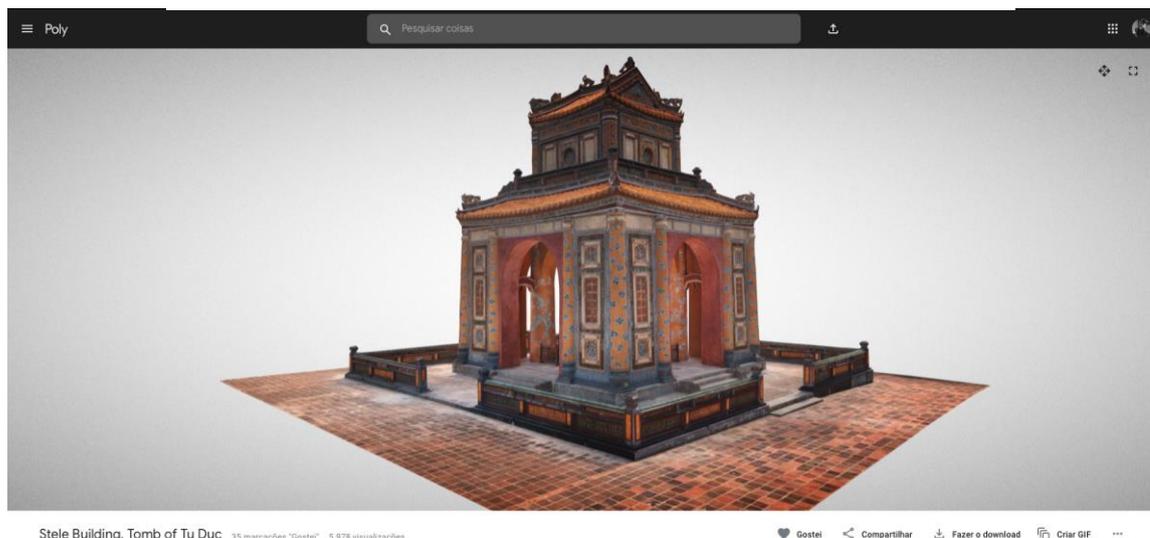


Fonte: http://www.iteleport.com.br/tour3d/pinacoteca-de-sp-acervo-permanente/?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com.br.
Acesso em: 10 mar. 2020.

O passeio pode ser feito pelo site <www.iteleport.com.br>, navegando-se por imagens em 360 graus ou usando-se *gadgets* de RV para uma experiência imersiva. Além de conhecer todo o espaço, também é possível ler informações sobre as obras. Logo, o uso da tecnologia de realidade virtual para esse fim proporciona difusão, democratização e acesso à cultura.

Outra aplicação para a RV é na área de preservação do patrimônio. De acordo com Leardi (2017), uma empresa sem fins lucrativos chamada CyArk, que trabalha com varredura a laser em 3D, firmou parceria com o *Google Arts & Culture*, dando início ao *Open Heritage Project*, que trata-se de um novo método de preservação histórica que recria o patrimônio em realidade virtual, com fotos aéreas capturadas por drones e uma avançada tecnologia de escaneamento a laser 3D. A equipe consegue reproduzir digitalmente os artefatos, possibilitando uma exploração acessível a todos através de realidade virtual, além de criar um modelo preciso que pode ser usado no processo de restauração do patrimônio (Figura 23).

Figura 23 - Modelo de patrimônio preservado digitalmente.



Fonte: <https://poly.google.com/u/0/view/3znd-bDZP4M>. Acesso em: 10 mar. 2020.

Até o ano de 2018, a equipe já preservou digitalmente 25 sítios, sendo um deles o templo Ananda Ok Kyaung, localizado em Bagan, na Birmânia, que teve a sua recriação digital concluída com sucesso antes do mesmo sofrer um colapso causado por um terremoto no ano de 2016.

Por fim, observa-se que são inúmeras as possibilidades e avanços que a realidade virtual traz. Com a popularização de dispositivos mais simples e baratos, é provável que, em pouco tempo, a tecnologia de RV esteja presente com bastante naturalidade nas diversas áreas do cotidiano das pessoas.

4.1.3 Tendências de uso da realidade virtual na arquitetura

A colaboração da realidade virtual com a arquitetura não se restringe a apresentações de projetos. Ela abre um leque de possibilidades e pode estar presente em vários estágios da produção do projeto arquitetônico, mudando positivamente a perspectiva do arquiteto, do cliente e de todos os envolvidos na obra sobre a maneira convencional de projetar, bem como acelerando e melhorando o processo de criação, compreensão e transmissão de ideias.

Atualmente, um dos principais usos da realidade virtual na arquitetura se dá na apresentação final do projeto, em que um único observador participa do processo de

imersão. Contudo, a RV alcançou avanços, podendo também fazer parte do processo criativo, e não apenas da apresentação final. Tais progressos trouxeram resultados significativos à comunicação entre as partes durante a etapa de elaboração do projeto, refletindo-se em clientes mais seguros com o produto final e, conseqüentemente, em uma criação arquitetônica de maior qualidade.

A realidade virtual ainda apresenta possibilidades a serem exploradas. Segundo Rotella (2018), acredita-se que, muito em breve, a RV irá proporcionar a imersão de múltiplos usuários no mesmo ambiente virtual, e com isso várias pessoas de localidades distintas poderão estar presentes no mesmo espaço virtual, interagindo entre si e com o ambiente, o que favorece a troca de ideias de maneira cada vez mais rápida.

A tecnologia de RV tem potencial para proporcionar não apenas a imersão múltipla de usuários no mesmo espaço, mas também a interatividade. O observador não mais vai olhar tudo no mundo virtual, memorizar as devidas melhorias ocorridas no espaço e retirar o *gadget* de RV, voltando ao mundo físico para, enfim, fazer as devidas alterações no projeto. Como a tecnologia de realidade virtual dispõe de *softwares* que têm potencial para que o usuário faça as devidas marcações e alterações no próprio modelo em realidade virtual, não haverá mais a necessidade de memorizar os detalhes e de parar a imersão para fazer as devidas melhorias projetuais. Com as possibilidades geradas pela tecnologia, tais melhorias podem ser feitas durante a imersão múltipla, trazendo ainda mais velocidade à troca de informações e, dessa forma, proporcionando mais tempo para explorar todas as possibilidades, com a obtenção de soluções arquitetônicas mais acertivas.

Atualmente, existe uma gama de tecnologias que proporcionam o encurtamento de distâncias, através de trabalho remoto, chamadas de vídeo e outras ferramentas. Todas essas tecnologias tendem a aproximar pessoas, porém os espaços físicos entre elas permanecem distintos.

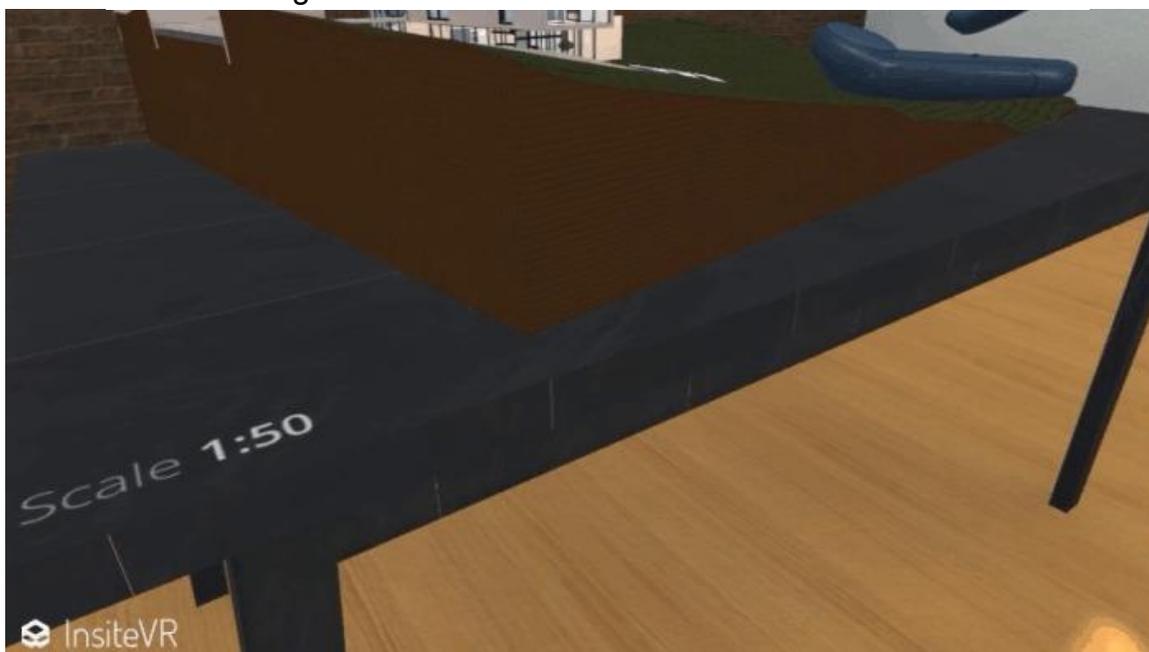
Diante disso, a plataforma de RV com imersão múltipla proporciona não apenas a aproximação de seus usuários como também de um determinado espaço, tal qual o objeto de estudo dos envolvidos para um possível projeto, permitindo que os usuários interajam entre si e com o espaço compartilhado, de modo a entregar uma experiência quase real: é como se os usuários estivessem conversando no mesmo ambiente físico, ainda que estejam na mesma cidade ou em países diferentes. Isso abre um

leque de possibilidades, como a criação de empresas universais, cujos colaboradores podem interagir diariamente sem arcarem com os custos do deslocamento físico. Tal rompimento de barreiras geográficas resulta na economia de tempo e de dinheiro, o que, por sua vez, proporciona para as empresas soluções cada vez melhores, alinhando as expectativas de todos os envolvidos (ROTELLA, 2018).

Um grande exemplo desse novo uso da realidade virtual na arquitetura é o *software InsiteVR*, que de acordo com Leardi (2017), funciona de maneira semelhante à função "compartilhar tela" presente nos computadores, entretanto, nesse caso, o mediador de transmissão da informação não é mais a tela do computador, e sim um dispositivo de realidade virtual, proporcionando assim o compartilhamento de informações de um projeto de maneira imersiva.

A ferramenta dispõe de funcionalidades como a alteração de escalas do modelo eletrônico (Figura 24), possibilitando observar o material de estudo como uma maquete ou, até mesmo, como um elemento em tamanho real, além de possibilitar que os usuários façam marcações diretamente no modelo (Figura 25).

Figura 24 - Modelo observado em escala 1:50.



Fonte: Leardi, 2017.

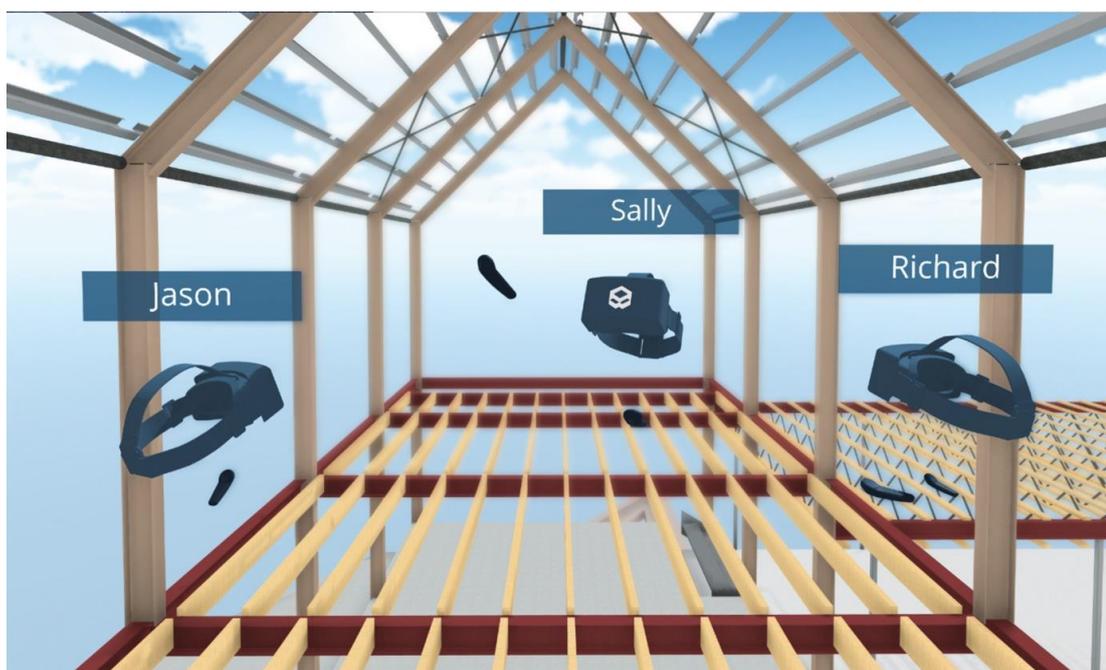
Figura 25 - Marcações diretas no modelo.



Fonte: Leardi, 2017.

Mais de uma pessoa pode ter acesso ao modelo ao mesmo tempo, o que permite reuniões num ambiente virtual nas quais todos podem interagir e expressar as suas ideias, estando eles na mesma sala no mundo físico ou não (Figura 26).

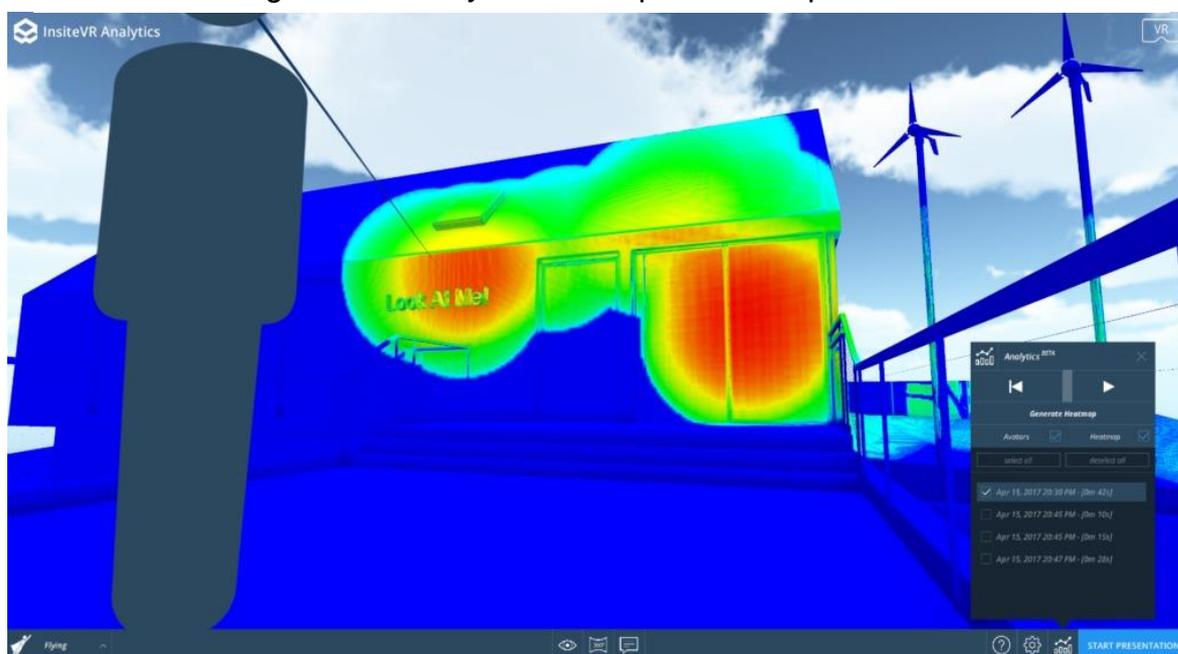
Figura 26 - Reunião em espaço virtual.



Fonte: Leardi, 2017.

Segundo a AD Editorial Team (2017), a empresa de visualização 3D *InsiteVR* implementou um novo recurso muito interessante no seu *software* denominado *Analytics*, que reproduz, em um mapeamento do tipo térmico, os movimentos que os usuários fizeram durante o uso do recurso *InsiteVR*. Os rastros de cada usuário podem ser seguidos no espaço, pois o programa mostra o caminho que percorreram, os desvios que fizeram e para onde olharam. Tal ferramenta gera um *feedback* do usuário, podendo ser usada para melhorar, por exemplo, a circulação em lugares de grande fluxo, realizando-se melhorias de sinalização, gerar a redução de tempo de percurso e até melhorar a visão que o usuário pode ter de uma arquibancada (Figura 27).

Figura 27 - *Analytics* em mapeamento tipo térmico.



Fonte:

https://images.adsttc.com/media/images/5901/e344/e58e/cea8/b300/08b0/slideshow/in-sitevr_analytics_heatmap_1-1024x542.jpg?1493295935. Acesso em: 10 mar. 2020.

Desse modo, são notórios os avanços que a tecnologia de realidade virtual pode trazer para diversas áreas, e tais informações podem fazer com que mais possibilidades sejam identificadas, como, por exemplo, na área acadêmica. No ensino de história da arquitetura, pode-se aplicar técnicas como as aplicadas pela Câmara da Cidade do Porto, ou a solução aplicada pela Pinacoteca de São Paulo, fazendo-se uso das técnicas mencionadas para proporcionar viagens acadêmicas em passeio virtual e, com isso, ajudar os alunos a entenderem todo o conteúdo visto em aula. Ainda, nas disciplinas de geometria descritiva, com o uso de softwares como o *InsiteVR*,

pode-se demonstrar os conteúdos de uma maneira mais didática. A tecnologia de realidade virtual pode ser usada também no ensino a distância, de modo a favorecer o aluno que não tem contato presencial com o professor e com o material físico.

Enfim, são muitas as possibilidades e benefícios que a tecnologia pode trazer, em diversas áreas, e, com o surgimento de *gadgets* cada vez mais acessíveis, a RV pode estar presente no avanço de diversas delas. É possível notar a contribuição na medicina, no turismo, no marketing, na área acadêmica e também na arquitetura, vendo-se que a área de possibilidades e de crescimento é vasta, pois, a cada dia, com os avanços na divulgação da tecnologia, novas áreas de interesse podem surgir.

Na área da arquitetura, foco deste trabalho, ficou clara a contribuição que a tecnologia de RV tem dado, de tal forma que empresas de *software* do seguimento já estão prospectando as possibilidades e investindo em inovações. Acredita-se que, muito em breve, as ferramentas de trabalho usadas nos projetos arquitetônicos atualmente irão se adaptar à nova tecnologia rica em possibilidades, trazendo-se para o presente uma nova maneira de projetar e de interagir com os clientes, que, por seu turno, gerará novas possibilidades que se refletem diretamente na evolução da arquitetura.

4.2 A PRÁTICA DA REALIDADE VIRTUAL

Até o presente momento de pesquisa deste trabalho, não existe um *software* direcionado para a criação de projetos arquitetônicos em realidade virtual. Portanto, faz-se necessário utilizar um leque de *softwares*, seguindo-se várias etapas até chegar ao resultado final.

A representação do espaço em realidade virtual, reproduzida num *headset* de RV, proporciona ao observador a experiência imersiva de sentir-se dentro do projeto arquitetônico antes mesmo de ele ser executado.

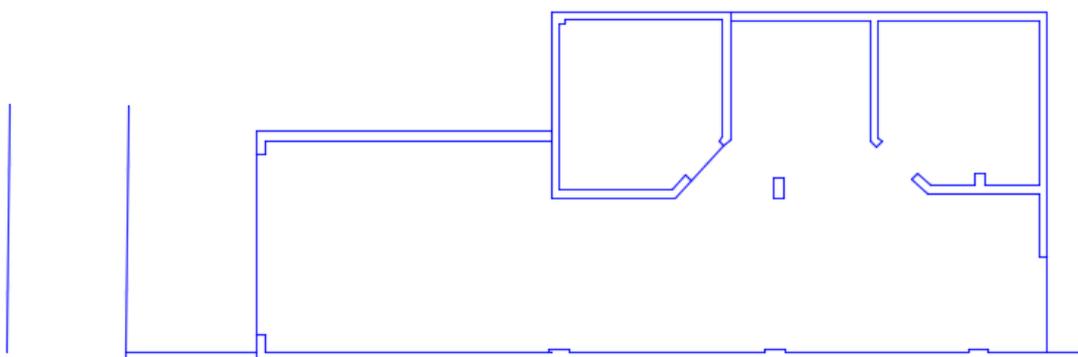
O método mais comumente utilizado nesse procedimento é criado com base em *gadgets* de fácil acesso, tornando-se possível montar um sistema simples de realidade virtual de grau 3 utilizando-se ferramentas disponíveis no cotidiano dos profissionais da área.

4.2.1 Desenho técnico

De acordo com a Autodesk Inc. (s.d.), o software CAD (desenho auxiliado por computador), substitui o desenho manual por um processo automatizado. Essa ferramenta é responsável por criar os desenhos técnicos bidimensionais.

Nessa primeira etapa, são traçadas as linhas iniciais do projeto, fazendo-se a demarcação de todas as paredes e esquadrias. Nesse estágio, não é necessário um detalhamento técnico, pois esse arquivo vai servir apenas de base inicial para a próxima fase (Figura 28). Na situação em que já exista um arquivo detalhado, será necessário executar a limpeza de linhas e de elementos que possam ocasionar erros à maquete eletrônica.

Figura 28 - Arquivo CAD pronto para etapa seguinte.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

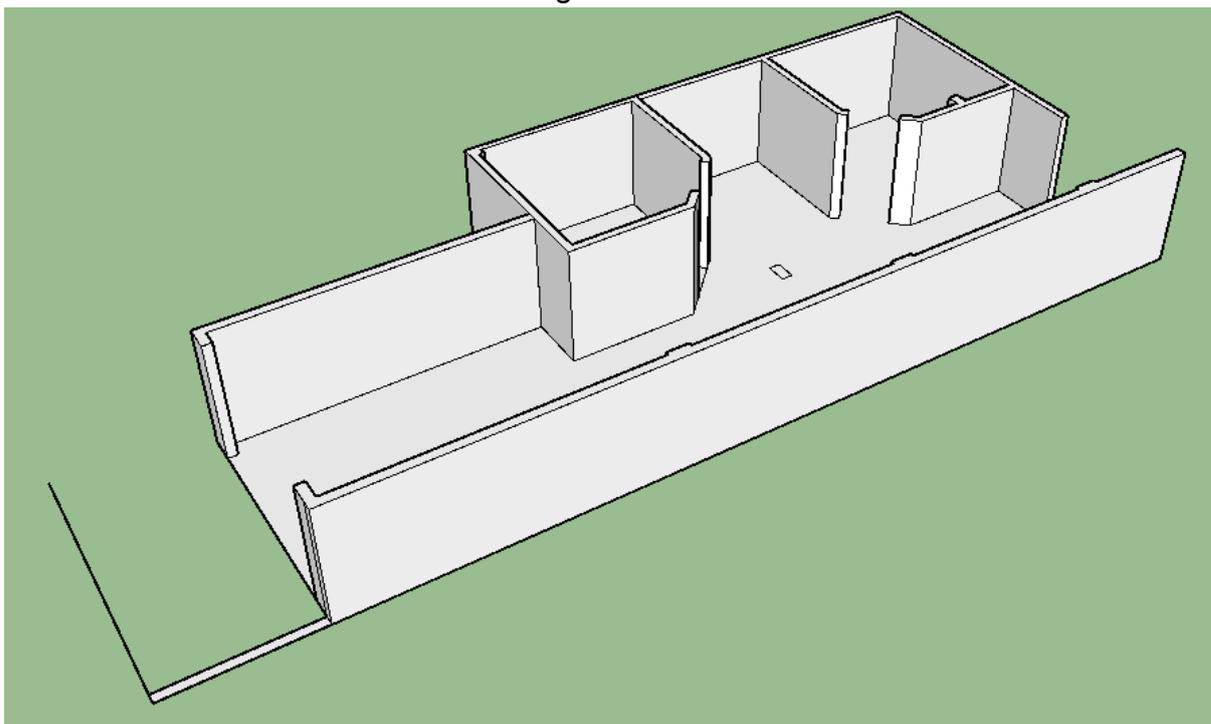
4.2.2 Maquete eletrônica

Segundo a totalCAD® (2018), a maquete eletrônica trata-se de uma modelagem tridimensional feita em computador que simula ambientes internos e externos, trazendo mais precisão à construção dos modelos.

Essa fase é muito importante, pois, para se obter um ambiente de realidade virtual com um nível de detalhamento próximo de um ambiente físico real, é imprescindível uma boa maquete eletrônica, muito bem modelada e rica em detalhes.

Essa etapa se inicia com a importação do arquivo base, fruto da etapa anterior, para o *software* de modelagem eletrônica (Figura 29).

Figura 29 - Conversão do arquivo base CAD de 2D para 3D, a partir do *software* de modelagem eletrônica.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Nesse momento, as linhas do desenho bidimensional foram convertidas num modelo tridimensional, e, a partir disso, são confeccionados no espectro virtual todos os elementos que estarão presentes no mundo físico, com a maior riqueza de detalhes possível que o profissional pretende transmitir (Figura 30).

Figura 30 - Detalhamento tridimensional feito no *software*.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Até esse estágio do processo, o modelo tridimensional está apto para ser representado da maneira gráfica convencional, já que, mesmo se tratando de uma simulação em três dimensões, a visualização pelo observador se dá de modo bidimensional, pois as ferramentas de transmissão usadas convencionalmente, como a tela de um computador, um televisor ou um papel impresso, não possuem capacidade para proporcionar uma imersão tridimensional no espaço projetado.

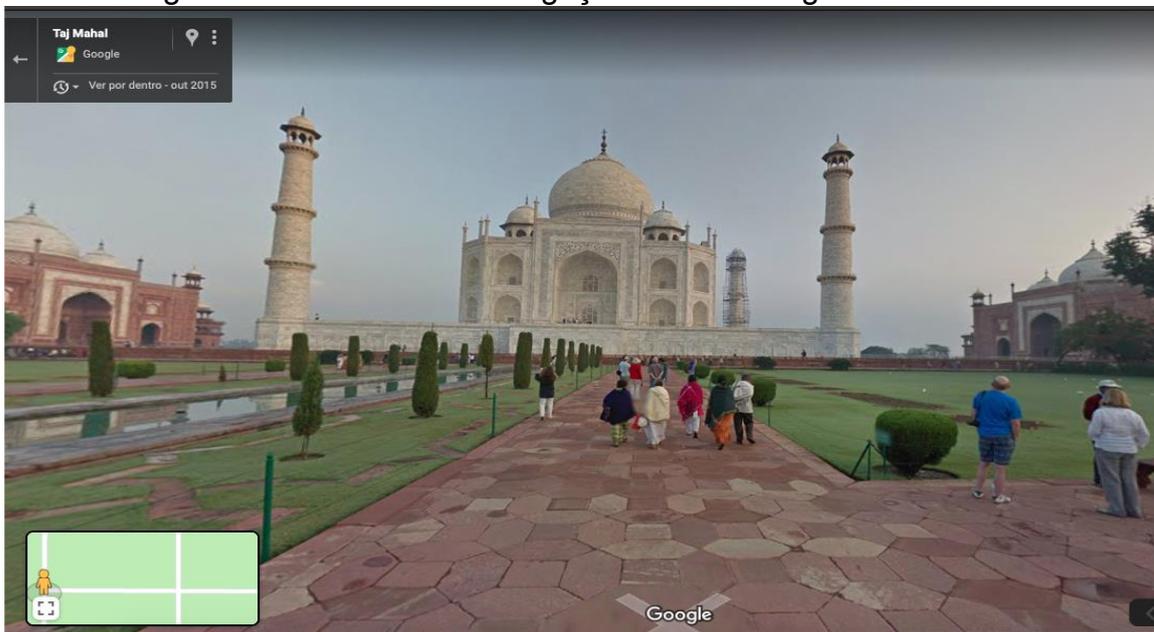
4.2.3 Confeção de imagem em 360° e renderização

As imagens em 360 graus são um tipo de conteúdo interativo, podendo ser visualizadas sem o uso de *headset* de RV. Porém, sem o equipamento, não é possível entregar toda a potencialidade de sua imersão.

Esse estágio do processo pode ser considerado como a base para a criação do ambiente em realidade virtual. O produto gerado nessa etapa é uma imagem em 360 graus, um tipo de forma computadorizada elaborada através de uma série de fotografias que são unidas por meio de *softwares*, tendo como resultado final uma figura com ângulo de visão de 360 graus, com todo o campo de visão humano exibido

numa única imagem. Esse tipo de gravura vem sendo usado em redes sociais e também em sistemas de navegação (Figura 31).

Figura 31 - Sistema de navegação do site Google Street View.



Fonte:

https://www.google.com/maps/@27.1739081,78.0422477,2a,75y,344.68h,98.41t/data=!3m7!1e1!3m5!1s6le8Xlp_9M4RdDzBLsZWeAl2e0!3e5!7i13312!8i6656?hl=pt-BR. Acesso em: 10 mar. 2020.

Essa tecnologia viabiliza a navegação entre os espaços e é um item importante na montagem de uma apresentação em realidade virtual.

Existem três maneiras de gerar uma imagem em 360 graus, sendo uma delas uma técnica de fotografia com equipamento composto por um tripé, uma cabeça para fotografia panorâmica, um rotor, uma câmera fotográfica *full frame* e uma lente 8 milímetros 'olho de peixe' (Figura 32).

Figura 32 - Kit para foto em 360 graus.



Fonte: Google Imagens, 2019, adaptado pelo autor.

Após a montagem do equipamento, são feitas fotografias a cada 90 graus. Depois, com o uso de *software* para edição de imagens, estas são unificadas, gerando-se assim a fotografia em 360 graus.

Outra metodologia empregada é o uso de uma câmera específica que faz fotos em 360 graus (Figura 33).

Figura 33 - Câmera 360° modelo Ricoh Theta S.



Fonte: <https://www.technikdirekt.de/en/photo-filming-drones/camcorders-accessories/3600-cameras/243931/ricoh-theta-s>. Acesso em: 10 mar. 2020.

Esse processo é mais simples, pois a câmera, que deve ser posicionada em um tripé fotográfico, gera automaticamente, ao ser clicado o botão de fotografia, uma imagem em 360 graus com os metadados necessários para leitura posterior em redes sociais ou em *softwares* de exibição de imagens panorâmicas. Essa técnica de fotografia é utilizada para capturar a imagem do entorno já existente onde o projeto será inserido. Caso o projeto seja apenas de ambiente interno, a confecção de uma fotografia em 360 graus do ambiente externo não se faz necessária.

O outro método utilizado para gerar imagens em 360 graus é um *software* de modelagem digital, junto a um *plugin* renderizador. Trata-se do método utilizado para criar o espaço virtual a partir do arquivo que vem sendo trabalhado nas etapas anteriores.

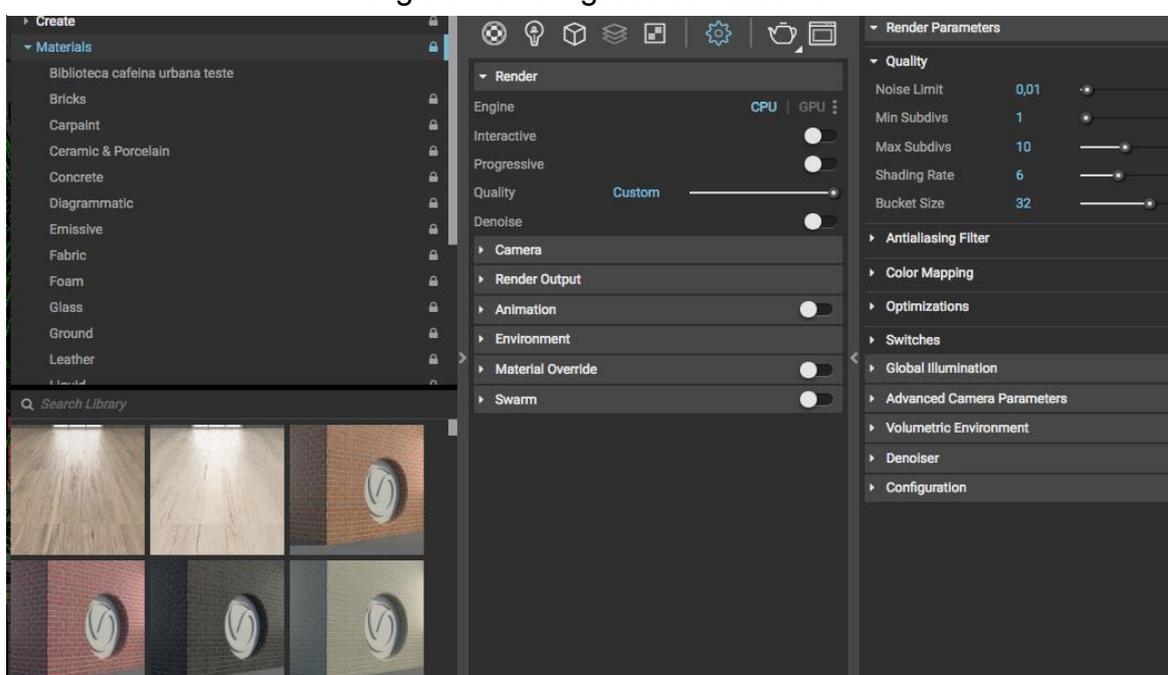
No *software* de modelagem, é criado um modelo tridimensional do projeto arquitetônico, conhecido popularmente como maquete eletrônica. Nesse estágio do

processo, é inserido o modelo confeccionado e demonstrado no subtópico 4.2.2, na Figura 30.

Nesse *software*, são também representados todos os materiais e texturas escolhidos no projeto arquitetônico, como tapetes, cadeiras, cor das paredes, vegetação, quadros, etc., servindo de base e parâmetro para a primeira formação da imagem do projeto.

Após o desenvolvimento da modelagem, dá-se início ao processo de configuração e de texturização da cena escolhida. Esse procedimento é feito com o auxílio de um plugin renderizador (Figura 34).

Figura 34 - Plugin renderizador.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Esse plugin funciona como uma câmera fotográfica, simulando efeitos de luz, texturas de materiais e todos os itens do mundo real que aparecem numa fotografia. No modelo eletrônico gerado com o *software* de modelagem, é escolhida uma cena para ser fotografada pelo *software* renderizador, na qual são configurados todos os materiais existentes para que fique o mais fiel possível ao mundo físico.

Após a configuração de todos os elementos, é dado início à configuração do *software* de renderização, para simular uma câmera para a fotografia virtual, usando-se uma linguagem parecida com a técnica de captura de imagens em 360 graus, mencionada neste trabalho. Simulam-se assim os parâmetros de uma fotografia real,

com o software de modelagem, e, por fim, o *software* renderizador gera uma imagem de 360 graus (Figura 35).

Figura 35 - Imagem em 360° criada a partir de *software* de modelagem eletrônica.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Apresenta-se um ambiente criado completamente por *software*, dando-se assim a possibilidade de fotografar um ambiente que não existe no mundo físico. Essa fotografia em 360 graus percorre todo o campo de visão humana e, desse modo, tem-se um ambiente criado no mundo virtual que abrange completamente o campo de visão humana, peça importantíssima para a criação do espaço em realidade virtual em que o observador será inserido.

4.2.4 Pós-produção

Nesse estágio do processo, a imagem em 360°, fruto das etapas anteriores, passa por alguns ajustes e melhorias em um *software* de edição de imagens. Esse permite trazer ainda mais riqueza de detalhes e realismo ao ambiente que está sendo confeccionado (Figura 36).

Figura 36 - Pós produção com *software* editor de imagens.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Nesse *software*, são feitos ajustes nas curvas de iluminação, contraste, brilho, efeitos de luz, texturas e até algumas imperfeições que vão surgindo no decorrer de todo o processo das etapas anteriores, com o intuito de deixar a imagem em 360 graus que vai ilustrar o mundo virtual o mais fiel possível ao mundo físico.

4.2.5 Visualização em realidade virtual

Essa é a fase final do processo de elaboração de projeto arquitetônico em realidade virtual, na qual é necessário montar um sistema para visualização imersiva do projeto em RV.

No presente caso, foi escolhido o sistema mais simples existente, por ser composto por *gadgets* encontrados com facilidade e com uma maior acessibilidade. O sistema consiste de um *software* para fazer a leitura dos metadados contidos na imagem gerada em 360 graus, *smartphone* com giroscópio, acelerômetro, GPS para instalação do *software* e um óculos de realidade virtual do tipo *Cardboard*, em que o *smartphone* será inserido (Figura 37).

Figura 37 - Sistema básico para imersão em RV.



Fonte: Google Imagens, 2019, adaptado pelo autor.

Nesse sistema, a imagem em 360° gerada é inserida no *software* de leitura instalado no *smartphone*, que, por sua vez, compreende as informações e as convertem em duas imagens, as quais serão exibidas em telas distintas, uma para cada olho do observador. Essa divisão é a responsável pelo efeito de profundidade, que não pode ser capturado nas telas de computador ou em papel.

De acordo com *Raposo et al.* (2004), esse efeito é obtido por meio da estereoscopia. Esse fenômeno, como já dito, trata-se de um efeito ativo no cérebro humano após interpretar uma imagem por meio de visão binocular (Figura 38).

Figura 38 - Simulação de visão do olho humano criada por *software*.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

No momento em que o usuário olha essas imagens através dos óculos RV, as informações chegam ao cérebro do observador da mesma maneira que ocorre na visualização do mundo físico. Esse fato acontece em consequência da somatória entre o jogo de lentes presentes no dispositivo e a angulação da imagem lida pelo *software*, que, mostrada através do *smartphone* com dupla divisão de tela, simula o campo visual do observador no mundo físico.

Além disso, o *smartphone*, por meio do giroscópio, reconhece os movimentos da cabeça do observador e envia as informações para o *software*, que, por sua vez, as transmite para as telas divididas no aparelho, com a resposta da exata angulação da rotação de sua cabeça. Assim, o *smartphone* reage em tempo real aos movimentos do usuário, mostrando exatamente o ponto para o qual ele está direcionado, assim como no mundo real.

A experiência que esse sistema proporciona é semelhante a uma visita a um espaço físico real, estando o observador completamente imerso no mundo projetado pelo profissional. Dessa forma, passa-se a sensação de que se está inserido no projeto arquitetônico.

Com o espaço em escala real, todas as texturas, objetos com riqueza de detalhes em nível fotorealístico e efeitos de luz e sombra tais quais no mundo real, pode, por meio dessa imersão, o profissional transmitir ao observador, por exemplo, as emoções que o ambiente projetado proporcionaria num entardecer, ou estimular os sentimentos que uma grande obra de arte distribuiria ao redor de uma sala, ou ainda a imponência de uma palmeira imperial em um jardim.

Assim, as sensações proporcionadas pela imersão da realidade virtual aplicada à arquitetura possibilitam apresentações projetuais mais vívidas, tornando os projetos arquitetônicos cada vez mais humanos.

5 PESQUISAS DE CAMPO DA APLICAÇÃO DE REALIDADE VIRTUAL

5.1 MÉTODO 1 - APRESENTAÇÃO DE PROJETO ARQUITETÔNICO EM REALIDADE VIRTUAL A CLIENTES DO ESCRITÓRIO CAFEÍNA URBANA

A pesquisa aqui descrita possui a finalidade de demonstrar a aplicação da tecnologia de realidade virtual em apresentações de projetos arquitetônicos, por meio de formulário *Google Doc* (disponível no anexo 9.1), enviado a clientes do *Atelier* de Arquitetura Cafeína Urbana que tiveram sua primeira experiência de apresentação de projeto arquitetônico por meio de RV. A abordagem de participantes da pesquisa foi feita através da internet, abrangendo colaboradores do estado da Bahia e de Sergipe.

Os clientes que participaram tiveram seus projetos apresentados com plantas técnicas, elevações, maquetes eletrônicas e, posteriormente, realidade virtual, aplicando-se um sistema de grau 3 de caráter exploratório. No formulário de pesquisa, foram feitas perguntas que se direcionaram ao prévio contato com profissionais de arquitetura; à apresentação de projeto com auxílio de RV; e ao nível de compreensão sobre essa tecnologia e sobre os meios convencionais (plantas técnicas, maquete, etc.), mensurando-se em uma escala de 1 a 5 o nível de entendimento do projeto, sendo 1 a escala mais baixa. Foram ainda temas dos questionamentos a profissão do entrevistado, a relação entre os ambientes dentro da apresentação em RV, a compreensão espacial, o nível de segurança do entendimento do projeto e a satisfação da experiência em realidade virtual. Ao final do processo, foram coletados um total de 11 questionários.

O formulário, que consistiu em oito questões fechadas e uma aberta, teve em sua primeira pergunta o intuito de determinar se o entrevistado possuía algum contato em nível profissional com projetos arquitetônicos, fator que poderia influenciar sua capacidade de leitura dos desenhos técnicos, por exemplo. A amostra estudada apontou, entre diversos ofícios, tatuador, dentista, professor e técnico de informática. Destacam-se, nessa pergunta, as respostas que trazem as seguintes profissões: engenheiro, empreendedor imobiliário e *personal organizer*, pois se tratam de ocupações que permitem um contato direto ou indireto com a representação gráfica da arquitetura.

Além disso, expandiram-se as possibilidades de contatos prévios com projetos arquitetônicos a partir da segunda pergunta, que questiona aos entrevistados se, em algum momento do passado, contrataram serviços de arquitetura. Igualmente à questão anterior, essa informação permitiu determinar possíveis conhecimentos da amostra que garantiriam uma melhor compreensão dos desenhos técnicos.

Em seguida, inseriram-se as perguntas direcionadas à compreensão da arquitetura, por meio de plantas baixas (nº4) e de realidade virtual (nº6). É importante explicar que todos os projetos arquitetônicos foram apresentados em ambas as formas, convencional e RV, mudando-se apenas sua formatação de visualização. As respostas indicariam diretamente a diferença entre essas ferramentas, como meios comunicativos do projeto.

Para se entender o grau de acessibilidade de informação proporcionado pelo dispositivo RV, a quarta pergunta foi dedicada a possíveis contatos com essa tecnologia, anteriormente ao que se estabeleceu no *Atelier*. Assim, ficou mais fácil determinar se o entendimento obtido partiu de uma capacidade intrínseca da realidade virtual ou era consequência de um nível de familiaridade já apresentado pela amostra.

Na primeira pergunta, o participante informa a sua profissão, a fim de se compreender se o mesmo possui conhecimento técnico em leitura de planta arquitetônica mediante sua área de atuação. Os resultados obtidos foram (Quadro 1):

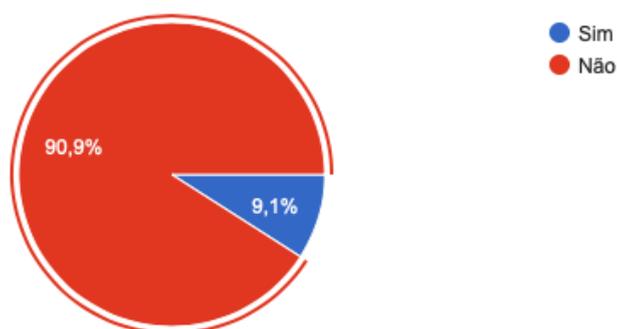
Quadro 1 - Profissões descritas pelos entrevistados.

11 respostas

1	Logista	7	Corretor
2	Professor	8	Engenheiro Civil
3	Engenheiro civil	9	Personal Organizer
4	Técnico de informática	10	Contadora
5	Tatuador	11	Dentista
6	Secretária		

Na pergunta de nº 2, o participante informa se já havia contratado um arquiteto antes. Essa informação demonstra se a amostra possui algum conhecimento técnico adquirido em experiências passadas com outros profissionais. Os resultados obtidos foram (Gráfico 1):

Gráfico 1 - Contato prévio com arquiteto.
Já contratou um arquiteto antes?
11 respostas

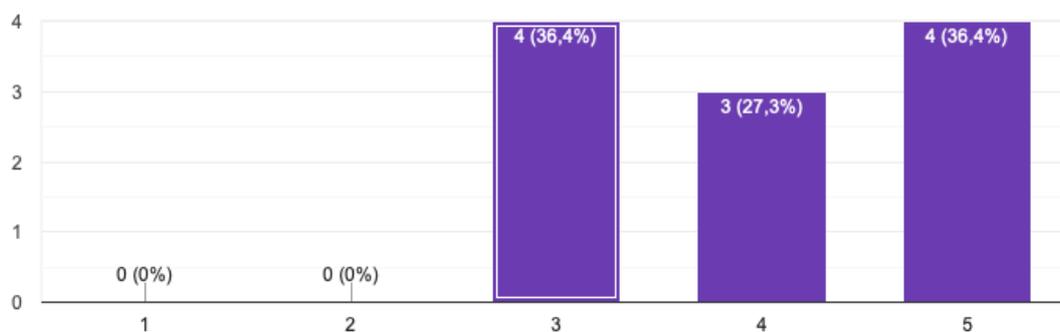


Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O resultado informa que 90,9% da amostra nunca havia contratado um arquiteto, enquanto 9,1% dos participantes informaram que sim.

Na pergunta de nº 3, foi usada uma escala, a fim de mensurar o que foi compreendido na apresentação convencional, por meio de plantas técnicas, elevações e maquete eletrônica. Os resultados indicam que (Gráfico 2):

Gráfico 2 - Nível de compreensão da planta baixa.
Em escala de 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado nos desenhos técnicos (plantas baixas) ?
11 respostas



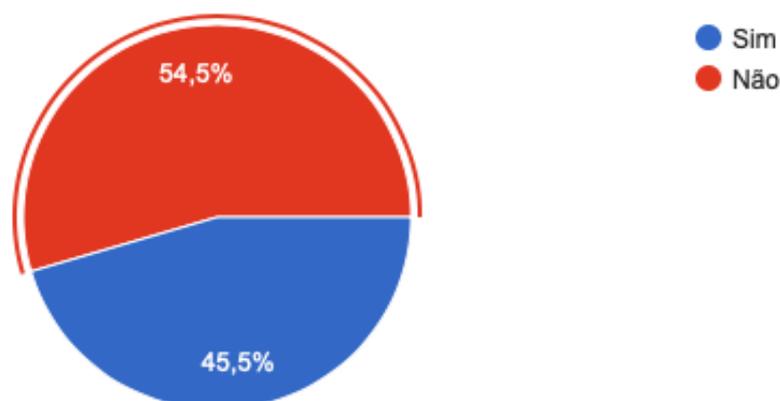
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Numa escala de 1 a 5, 36,4% dos participantes tiveram um entendimento de nível 3, 27,3% um entendimento de nível 4, enquanto que 36,4% obtiveram um entendimento de nível 5. Porém, foi observado, por meio da pergunta nº 1, que os quatro participantes que informaram ter nível 5 de compreensão dos desenhos técnicos têm como ocupação as seguintes profissões: engenheiro, *personal organiser* e empreendedor imobiliário, profissões que possuem contato direto com plantas técnicas, o que justificaria as respostas dos mesmos. Por esse motivo, foram apenas validadas as demais respostas, sendo então classificadas as informações de 36,4% dos participantes com nível 3 de compreensão dos desenhos técnicos apresentados e 27,3% com nível 4.

Na pergunta de nº 4, os participantes informaram se já tiveram contato com a tecnologia de realidade virtual antes da experiência. O resultados obtidos foram (Gráfico 3):

Gráfico 3 - Contato prévio com realidade virtual.
Já teve contato com a realidade virtual antes?

11 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Dos participantes, 45,5% afirmaram já terem contato com a tecnologia antes da experiência, enquanto que 54,5% afirmam que nunca tiveram contato com a realidade virtual. O gráfico 3 exibe informações equilibradas, entretanto, uma análise feita com os dados obtidos das perguntas 1 e 2 deixa claro que, mesmo os participantes possuindo anterior contato com a tecnologia RV, essa não se destinava como mediadora na apresentação de projetos arquitetônicos.

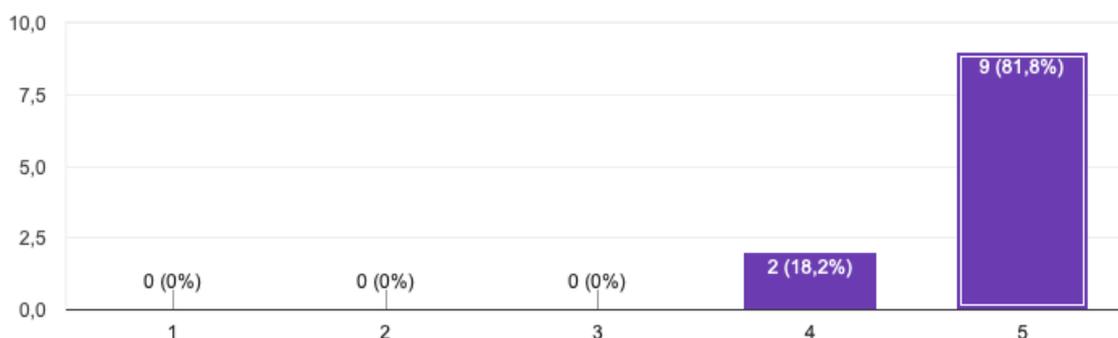
Na pergunta de nº 5, os participantes informaram, em uma escala de 1 a 5, o nível de compreensão daquilo que lhes foi apresentado em realidade virtual, sendo 1 o entendimento mais baixo. Os resultados obtidos foram (Gráfico 4):

Gráfico 4 - Nível de compreensão obtido por meio da realidade virtual.

Em escala e 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado em realidade virtual?



11 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A partir de sua leitura, foi possível perceber que 81,8% dos participantes escolheram o nível 5 da escala, enquanto 18,2% escolheram o nível 4 e nenhum participante escolheu os níveis inferiores de compreensão.

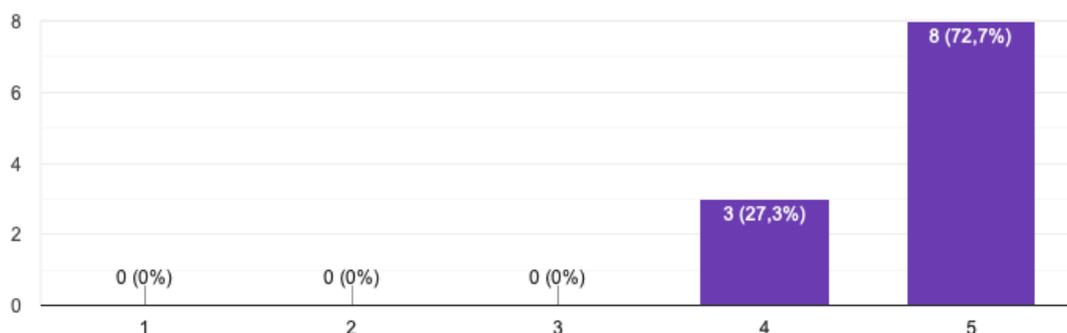
Na pergunta de nº 6, os participantes informaram, numa escala de 1 a 5, o nível de compreensão da relação entre cada ambiente do projeto apresentado em realidade virtual. Os resultados foram (Gráfico 5):

Gráfico 5 - Nível de compreensão das relações entre cada ambiente.

Em escala de 1 a 5, o quanto foi compreendida a relação entre cada ambiente?



11 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O Gráfico 5 mostra que 72,7% dos participantes informaram ter uma compreensão nível 5, enquanto 27,3% afirmaram um entendimento de nível 4 e nenhum participante indicou valores inferiores.

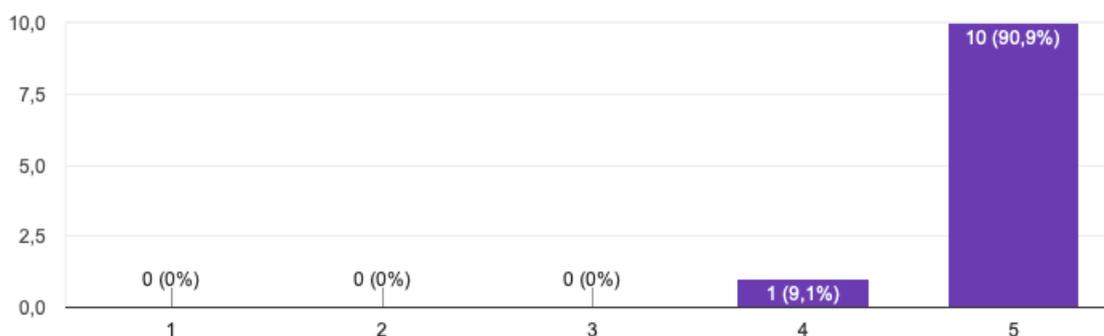
Na pergunta de nº 7, os participantes foram questionados, numa escala de 1 a 5, acerca da noção espacial dentro do projeto apresentado em realidade virtual. Os resultados obtidos foram (Gráfico 6):

Gráfico 6 - Nível de noção espacial dentro do projeto.

Em que escala de 1 a 5, como você classifica a noção de espaço dentro do projeto apresentado em realidade virtual?



11 respostas

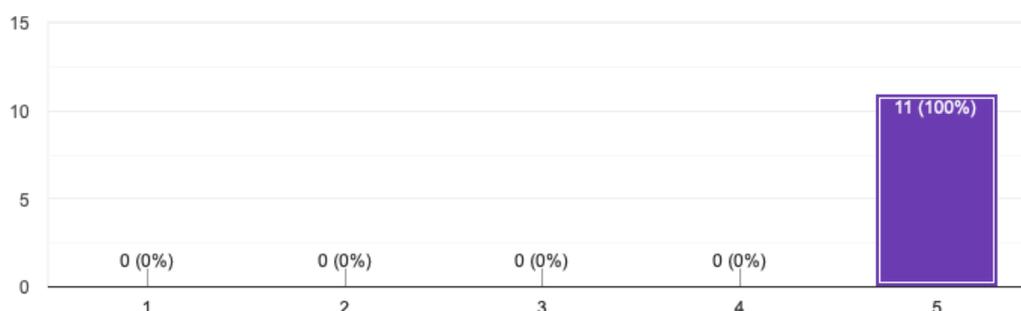


Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Segundo o Gráfico 6, 90,9% dos participantes têm nível 5 de compreensão espacial, enquanto que 9,1% dos participantes apresentam nível 4 e nenhum participante apontou níveis de 1 a 3.

Na pergunta de nº 8, os participantes informaram, numa escala de 1 a 5, o nível de segurança para executar o projeto após a apresentação do mesmo em realidade virtual. Os resultados foram (Gráfico 7):

Em escala de 1 a 5, após a apresentação em realidade virtual, quão seguro(a) você se sentiu
 Gráfico 7 - Nível de segurança para execução do projeto após a apresentação em realidade virtual.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

De acordo com o Gráfico 7, 100% dos entrevistados se disseram seguros para executar o projeto após a apresentação em realidade virtual.

Na pergunta de nº 9, foi questionado aos participantes sobre o seu nível de satisfação em ter a experiência do seu projeto apresentado por meio da tecnologia de realidade virtual. Os resultados foram (Gráfico 8):

Gráfico 8 - Nível de satisfação em visualizar o projeto em RV.
 Qual o nível de satisfação em ter o seu projeto apresentado em realidade virtual?

11 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Segundo o Gráfico 8, 100% dos participantes da pesquisa classificaram como ótimo o grau de satisfação em ter seu projeto apresentado em realidade virtual.

Em comparação direta entre os Gráficos 2 e 4, que correspondem às perguntas 3 e 5 respectivamente, com a questão 3 coletando informações acerca da compreensão mediante apresentação por plantas técnicas, elevações e maquete

eletrônica; e a pergunta 5 coletando informações a respeito da compreensão mediante apresentação por meio de realidade virtual, os resultados obtidos mostram que, na apresentação convencional por meio de plantas técnicas, elevações e maquete eletrônica, a maioria dos participantes teve uma compreensão de nível 3 numa escala de 1 a 5, totalizando-se 36,4% dos participantes, enquanto que, na pergunta 5, referente à apresentação do projeto por meio de realidade virtual, a maioria dos participantes afirmou ter compreensão de nível 5, a máxima da escala, totalizando-se 81,8% dos participantes.

Neste trabalho, foi mencionada a importância da compreensão do espaço na arquitetura e como a apresentação por meio de plantas técnicas, elevações e maquete eletrônica não carrega informações suficientes para proporcionar uma compreensão espacial clara. Dito isso, destaca-se que os resultados obtidos na questão 7 informam que 90,9% dos participantes tiveram compreensão espacial máxima mediante apresentação em realidade virtual. Além disso, nas perguntas 8 e 9, acerca da segurança em executar o projeto após a apresentação em RV e da satisfação em ter o projeto apresentado por meio de tal tecnologia, obteve-se resposta máxima de 100% dos participantes.

Portanto, a pesquisa mostra que a tecnologia de realidade virtual aplicada à arquitetura, tem eficiência em quesitos importantes para compreensão do projeto, não se fazendo necessário um nível de conhecimento técnico por todas as partes envolvidas no mesmo, podendo-se usar a tecnologia de RV como um complementar às opções já existentes de representação técnica e tornando-se um facilitador da compreensão dos projetos arquitetônicos por todas as partes envolvidas.

5.2 MÉTODO 2 - AMOSTRAGEM COM PESSOAS NÃO DIRECIONADAS

Essa pesquisa foi feita com base na amostragem presente no trabalho da autora Fontes (2019, p. 70), no qual foi realizado um experimento durante os dias 20 e 21 de março de 2019 na Biblioteca Central da Universidade Federal de Sergipe. Na amostragem, foi apresentado um ambiente em planta baixa e o mesmo ambiente em realidade virtual para pessoas distintas que participaram da pesquisa. Foi coletado o total de 22 entrevistas, e a maioria dos participantes tinha idade entre 20 e 29 anos.

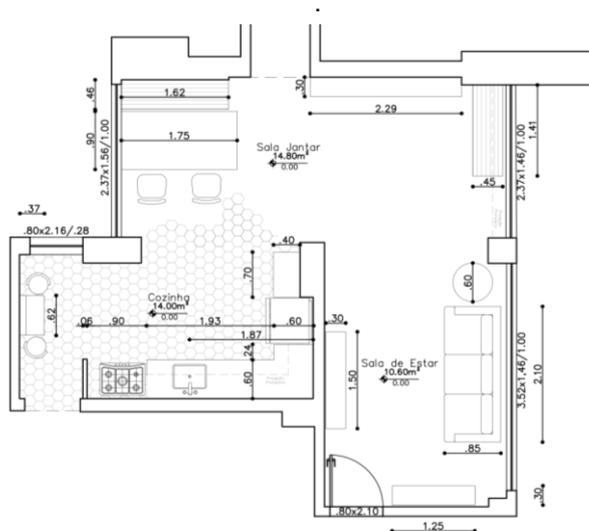
A metodologia aplicada consistia em apresentar o ambiente em planta baixa para um grupo de pessoas e o mesmo ambiente em realidade virtual para outro grupo. Eram feitas quatro perguntas acerca do material apresentado, medindo-se o tempo de resposta e em qual apresentação o participante sentiu-se mais apto a opinar. Os resultados mostraram um tempo menor de resposta para a apresentação em realidade virtual, de 14,54 a 18,72 segundos; enquanto que as respostas para a planta baixa levaram de 19,18 a 27,90 segundos, além de opiniões mais seguras acerca do que foi apresentado terem sido emitidas em realidade virtual, em relação ao que foi apresentado em planta baixa. A autora concluiu que a RV mostrou significativa melhora quanto à percepção do projeto.

A pesquisa aqui descrita possui a finalidade de demonstrar a aplicação da tecnologia de realidade virtual em apresentações de projetos arquitetônicos, por meio de amostragem realizada durante o dia 05 de março de 2020, das 09h às 13h. A abordagem de participantes para pesquisa foi realizada na galeria Center Treze, localizada no bairro Treze de Julho. A escolha do espaço se deu pelo grande fluxo de pessoas com idades distintas, a fim de se coletarem dados de pessoas com conhecimentos e faixa etária variados, além de proporcionar segurança aos participantes da pesquisa e aos pesquisadores durante a abordagem.

O experimento foi realizado utilizando-se uma planta técnica contendo *layout*, (Figura 39) e uma imagem panorâmica renderizada para uso em realidade virtual (Figura 40), sendo o ponto do observador locado conforme a Figura 41, ambos referentes ao mesmo ambiente. A planta baixa apresentada continha algumas informações técnicas, como cotas e metro quadrado, a fim de trazer similaridade com o material comumente apresentado a pessoas contratantes de serviços arquitetônicos, enquanto que a imagem panorâmica não continha nenhuma

informação com cotas ou nomes de ambientes. Uma única mídia foi utilizada para cada modalidade de representação, sendo uma folha contendo a planta técnica com *layout* e uma imagem renderizada exibida nos óculos de realidade virtual com imersão do tipo grau 3. Com a finalidade de tornar o processo equivalente, ambos os métodos continuam a mesma quantidade de documentos.

Figura 40 - Planta técnica apresentada durante a experiência.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Figura 39 - Panorama renderizado apresentado em RV durante a experiência.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

A maioria dos participantes tem idade entre 20 e 29 anos, entretanto a faixa etária foi bem equilibrada, agregando-se participantes de várias idades à pesquisa, como demonstrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Idade dos participantes.

IDADE	QUANTIDADE	%
20 – 29	6	30%
30 – 39	4	20%
40 – 49	3	15%
50 – 59	4	20%
60 – 69	3	15%
		TOTAL : 20

As perguntas 1 e 2 focam no entendimento dos itens representados e em quanto tempo o participante chegou à resposta, documentando a resposta de tempo em cada um dos métodos apresentados - planta técnica (PT) e realidade virtual (RV) - (Quadro 3). As perguntas 3 e 4 trazem aspectos relacionados ao gosto pessoal, a fim de se considerar qual grupo teve maior confiança de compreensão espacial para apontar sua opinião pessoal com mais firmeza.

Quadro 3 - Respostas de tempo a cada método de apresentação nas perguntas 1 e 2.

TIPO DE APRESENTAÇÃO	IDETIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE	TEMPO DE RESPOSTA QUESTÃO 1(EM S)	TEMPO DE RESPOSTA QUESTÃO 2(EM S)
PT	1	8	28
RV	2	10	22
PT	3	32	43
RV	4	5	23
RV	5	7	19
PT	6	26	55
RV	7	12	15
PT	8	11	24
PT	9	16	52
PT	10	9	58
PT	11	34	47
RV	12	35	28
PT	13	23	35
PT	14	19	32
PT	15	41	32
RV	16	14	17
RV	17	9	12
RV	18	35	25
RV	19	11	13
RV	20	20	23

Na pergunta 1, quase todos os participantes que tiveram o projeto apresentado em RV acertaram: de 10, oito deram respostas corretas, enquanto que, dos que tiveram o projeto apresentado em planta técnica, metade acertaram, cinco de 10. É importante observar que, mesmo com os nomes dos ambientes escritos na planta técnica, o índice de acerto foi de 50%. Isso se dá pois, por se tratar de uma linguagem não dominada por tais participantes, os mesmos não demonstravam a mesma

intensidade de entusiasmo ou de interesse que os participantes que tiveram contato com a realidade virtual. Com isso, é possível que a falta de interesse motivada pela ausência de domínio da linguagem técnica não os fez atentar-se para a nomenclatura dos ambientes representados em planta técnica.

O tempo de resposta de ambos também difere: enquanto os participantes que visualizaram o projeto em planta técnica levaram em média 21,9 segundos para identificar os ambientes, os participantes que visualizaram em realidade virtual levaram em média 15,8 segundos, levando aproximadamente 6,1 segundos a menos.

Na pergunta 2, quase metade dos participantes que visualizaram em RV falaram corretamente: foram quatro acertos, enquanto que nenhum dos participantes que visualizaram em planta técnica acertou a quantidade correta. O erro do grupo dos participantes da apresentação em planta técnica possivelmente é justificado devido à ausência de conhecimento técnico, gerando-se dificuldade de distinção entre a representação de portas, vãos e janelas. Já no grupo que foi apresentado em RV, uma possível justificativa é o ângulo em que o observador foi locado, pois não permite visualizar com clareza o espaço completo. Entretanto, tal problema pode ser solucionado aplicando-se um sistema de visualização RV grau 3 de caráter exploratório, mencionado na pagina xx deste trabalho.

Os tempos de resposta na questão 2 também apresentam diferença entre o grupo apresentado em planta técnica e o grupo apresentado em realidade virtual, sendo a média de tempo de resposta do grupo com projeto apresentado em planta técnica de 40,6 segundos, enquanto o grupo que teve o projeto apresentado em realidade virtual respondeu à pergunta 2 com a média de tempo de 19,7 segundos, representando 20,9 segundos a menos que a média do grupo com o projeto apresentado em planta técnica.

As perguntas 3 e 4 têm como foco mensurar a segurança do que foi compreendido pelo participante analisando se o mesmo desejou fazer alteração no projeto apresentado e se o motivo da alteração foi pessoal ou por falta de compreensão do que foi apresentado. No Quadro 4, estão demonstrados os participantes que interviram no projeto e os que não.

Quadro 4 - Resposta das perguntas 3 e 4, com opinião do participante.

TIPO DE APRESENTAÇÃO	IDENTIFICAÇÃO PARTICIPANTE	PERGUNTA 3	PERGUNTA 4	OPINIÃO
PT	1	Sim	Sim	[Não justificou]
RV	2	Não	Não	Disse que se imaginava morando no espaço
PT	3	Não	Não	[Não justificou]
RV	4	Não	Não	Disse que gostou de tudo
RV	5	Não	Não	Gostou muito da experiência
PT	6	Não	Não	Disse apenas que gostou
RV	7	Não	Não	Acho o ambiente agradável
PT	8	Sim	Sim	Trocaria cozinha pela sala
PT	9	Não	Sim	Mudaria a sala de jantar para próximo a sala de tv
PT	10	Não	Sim	Trocaria mesa de lugar
PT	11	Não	Sim	Acrescentaria duas cadeiras
RV	12	Não	Não	Gostou da decoração
PT	13	Sim	Não	Acrescentaria paredes para isolar os ambientes
PT	14	Não	Não	Disse não compreender a representação
PT	15	Não	Não	Gostou dos espaços integrados
RV	16	Não	Não	Mudaria algumas cores
RV	17	Não	Sim	Mudaria piso da cozinha, iluminação, gesso e mesa
RV	18	Não	Sim	Diz não fazer o seu estilo
RV	19	Sim	Não	Parede entre cozinha e sala
RV	20	Sim	Não	Acrescentaria uma sala de estar

Na pergunta 3, apenas dois dos participantes quiseram fazer alteração no projeto apresentado em realidade virtual e três dos participantes optaram por alterar o projeto apresentado em planta técnica. Na pergunta 4, houve apenas duas alterações no projeto apresentado em RV; já no projeto apresentado em planta técnica, chegou a cinco o número de participantes que optaram por alteração.

Foi observado que algumas das alterações do grupo que teve o projeto apresentado em planta técnica são acerca de paredes, como o caso do participante 13, que optou por acrescentar paredes para isolar os ambientes, possivelmente por ter sua representação mais fácil de ser compreendida em planta técnica. Houve alterações de ambientes inteiros, como os participantes 8 e 9, que opinaram por trocar a cozinha pela sala de tv (participante 8) e mudar a sala de jantar para próximo da sala de tv (participante 9). Tais participantes não mostravam segurança acerca das alterações solicitadas, além do participante 1, que optou por modificar, mas não justificou o que de fato gostaria de alterar.

O grupo que teve o projeto apresentado em realidade virtual teve um número menor de alterações, além de os participantes terem sido bem pontuais acerca do que mudariam no espaço, como o participante 17, que opinou por alterar o piso da cozinha, iluminação, gesso e mesa, ou o participante 18, que opinou em mudar a decoração, alegando não gostar do estilo apresentado.

De acordo com a pesquisa, pode-se concluir que o uso da tecnologia de realidade virtual aplicada à arquitetura agrega benefícios, tornando-se um facilitador na compreensão do projeto, não necessitando que o contratante possua domínio de linguagem técnica para obter uma compreensão mais rápida e clara do que foi apresentado. Com o uso de um sistema de realidade virtual grau 3 de caráter exploratório, é possível a visualização do projeto completo, contendo todos os ambientes numa única apresentação, de forma a simular um passeio no projeto em escala real.

O sistema de realidade virtual apresentado neste trabalho não possui contas ou informações técnicas acerca do projeto. Portanto, é recomendado também o uso das plantas técnicas para a execução do projeto, usando-se a apresentação em realidade virtual como um facilitador para a compreensão dos espaços durante a fase de aprovação do projeto e também durante a fase de obra pelos executores, tornando-

se um documento complementar que permite sanar dúvidas de maneira mais eficiente por conseguir carregar dados sobre a percepção espacial.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer deste trabalho, foi possível notar como a evolução da arquitetura tem influência sobre as ferramentas utilizadas para representações gráficas, desde o período renascentista, quando o desenho passa a ser aceito como representação técnica, até os dias atuais. A tecnologia não para de evoluir e é possível notar um desequilíbrio entre tal evolução e as ferramentas usadas atualmente para a representação gráfica, as quais não são mais capazes de carregar todas as informações que uma representação gráfica atual exige.

Este trabalho apresentou as possibilidades das novas ferramentas da tecnologia, com foco em realidade virtual, mostrando o seu uso em diferentes áreas, sobretudo na arquitetura, na qual, mediante pesquisa, mostrou-se suprir a carência de compreensão espacial, lacuna deixada pela apresentação convencional, preenchida pela tecnologia RV com 90,9% de eficiência de acordo com pesquisa feita com clientes de um escritório de arquitetura local, além da eficiência demonstrada na pesquisa de amostragem.

Foram feitas duas pesquisas durante o desenvolvimento do estudo. Uma delas consistia no envio de questionário por meio digital para clientes de um escritório local que tiveram os seus projetos apresentados em realidade virtual, questionário esse que permanece em aberto, pois ainda está recebendo dados dos participantes da pesquisa, a fim de dar continuidade posteriormente a este trabalho, haja vista a importância informativa contida nesses dados, que poderão ser usadas para alimentar o banco de dados de um aplicativo voltado para realidade virtual em arquitetura que está sendo idealizado pelo autor. Isso porque, até o presente momento, os *softwares* destinados para esse fim ainda não possuem qualidade satisfatória. Por esse motivo, o autor deste trabalho seguirá com a pesquisa, a fim de desenvolver um *software* possível de preencher as lacunas encontradas durante o desenvolvimento da pesquisa.

As informações contidas neste estudo mostram como a tecnologia de realidade virtual aplicada à arquitetura age como facilitador na troca de informações entre os envolvidos, não se fazendo necessário domínio de leitura técnica para compreensão dos projetos apresentados por meio desta. Além disso, apresenta destreza em reproduzir projetos em escala 1:1, proporcionando uma experiência imersiva próxima

da real, conseguindo reproduzir percepção espacial e demais sensações como os sentimentos causados por um entardecer ou uma obra de arte localizada no projeto. Desse modo, a realidade virtual apresenta ricas possibilidades de representação, enaltecendo a arquitetura ao nível artístico da qual surgiu.

REFERÊNCIAS

AD EDITORIAL TEAM. **Nova ferramenta de realidade virtual permite mapear as ações dos usuários dentro do modelo 3D.** [S. l.], publicado em: 1 maio 2017. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/870161/nova-ferramenta-de-realidade-virtual-permite-mapear-as-acoes-dos-usuarios-dentro-do-modelo-3d>. Acesso em: 15 jul. 2019.

AMARAL, Renato Dias do; FILHO, Armando Carlos de Pina. **A Evolução do CAD e sua Aplicação em Projetos de Engenharia.** In: NOVO SIMPÓSIO DE MECÂNICA COMPUTACIONAL, 2010. São João Del-Rei: UFSJ, ABMEC, 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/97842-A-evolucao-do-cad-e-sua-aplicacao-em-projetos-de-engenharia.html>. Acesso em: 09 mar. 2020.

AMBROZIM, Pedro. **Realidade Mista.** Publicado em: 21 set. 2017. Disponível em: <https://medium.com/tend%C3%A2ncias-digitais/realidade-mista-mixed-reality-d406ed0bf923>. Acesso em: 09 mar. 2020.

ANDRADE, Max L. V. X. de; RUSCHEL; Regina Coeli; MOREIRA, Daniel de Carvalho. O processo e os métodos. In: KOWALTOWSKI, C. K.; MOREIRA, Daniel de Carvalho; PETRECHE, João R. D.; FABRICIO, Márcio M. (orgs). **O Processo de Projeto em Arquitetura da Teoria à Tecnologia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6492:** Representação de projetos em arquitetura. Rio de Janeiro, 1994.

AUTODESK Inc. **SOFTWARE CAD** - O AutoCAD®, o software original para CAD 2D e 3D, foi planejado para o futuro [S.d.]. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/solutions/cad-software>. Acesso em: 10 mar. 2020.

BARATTO, Romullo. **Visite a Pinacoteca de São Paulo em realidade virtual e passeio 360°.** [S. l.], publicado em: 26 jun. 2018. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/897005/visite-a-pinacoteca-de-sao-paulo-em-realidade-virtual-e-passeio-360-degrees?ad_source=search&ad_medium=search_result_all. Acesso em: 13 jun. 2019.

BATISTA, Luciana Teixeira. **O Processo de Projeto na Era Digital: Um Novo Deslocamento da Prática Profissional.** 2010. 135 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

CARL ZEISS. **Como funcionam os óculos de realidade virtual:** Eles vieram para revolucionar a sensação do real. Brasil: Zeiss, 2017. Disponível em: <https://zeissolharesdomundo.com.br/como-funcionam-oculos-realidade-virtual/>. Acesso em: 12 jun. 2019.

CINTRA. **O que é realidade aumentada e como ela funciona?** [s.d.]. Disponível em: postdigital.cc/blog/artigo/o-que-e-realidade-aumentada-e-como-ela-funciona. Acesso em: 10 mar. 2020.

DE CERTEAU, Michel de. **A invenção do cotidiano**: 1. Artes de fazer. Petrópolis: Editora Vozes, 2003. 316 p.

ESPINHEIRA NETO, Ruy Alberto de Assis. **A Realidade Virtual, Suas Aplicações e Possibilidades**. 2004. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ, 2004.

FONTES, Anna Beatriz Silva. **Representação Arquitetônica e Realidade Virtual**: A tecnologia aliada ao projeto participativo. Orientador: Msc. Larissa Scarano Pereira Matos da Silva. 2019. 117 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Universidade federal de Sergipe, Laranjeiras / SE, 2019.

GARCIA, Adriana Pontin; GANANÇA, Mauricio Malavasi; CUSIN, Flávia Salvaterra; TOMAZ, Andreza; GANANÇA, Fernando Freitas; CAOVIALLA, Heloisa Helena. **Reabilitação vestibular com realidade virtual na doença de Ménière**. São Paulo, v. 79, n. 3, p. 366-374, june 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-86942013000300017&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 18 ago. 2019.

HARTENTHAL, Mariana Westphalen von; ONO, Maristela Mitsuko. O espaço percebido: em busca de uma definição conceitual. **Arquiteturarevista**, v. 7, n. 1, p.2-8, 2011. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/viewFile/1272/332>. Acesso em: 09 mar. 2020.

KIRNER, Tereza Gonçalves; SALVADOR, Valéria Farinazzo Martins. **Desenvolvimento de Ambientes Virtuais**. In: SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY. Petrópolis, 2007. p. 90 - 107.

LEARDI, Lindsey. **Realidade virtual colaborativa permite que arquitetos se encontrem dentro do modelo 3D do projeto**. [S. l.], publicado em: 30 nov. 2017. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/884392/realidade-virtual-colaborativa-permite-que-arquitetos-se-encontrem-dentro-do-modelo-3d-do-projeto?ad_source=search&ad_medium=search_result_all. Acesso em: 25 jul. 2019.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. São Paulo: Ed. Moraes, 1991.

LINDE, Charlotte; LABOV, William. Spatial networks as a site for the study of language and thought. **Language**, n. 51, p. 924-939, 1975.

MACEDO, Joyce. **8 maneiras de usar a realidade virtual no marketing da sua empresa**. Publicado em: 12 maio 2016. Disponível em: <https://canaltech.com.br/marketing/realidade-virtual-como-estrategia-de-marketing-65881/>. Acesso em: 09 mar. 2020.

MICROSOFT (Estados unidos). **HoloLens 2**: Uma nova visão da computação. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/hololens/hardware>. Acesso em: 16 jul. 2019.

NERDOLOGIA (canal do Youtube). **Realidade Virtual**. 10m53s. Publicado em: 14 abr. 2016.

NETTO, Antonio Valerio; MACHADO, Liliane dos Santos; OLIVEIRA, Maria Cristina Ferreira de. Realidade Virtual - Definições, Dispositivos e Aplicações. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica – Reic**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p.1-33, mar. 2002.

OCULUS. **Nosso headset de jogo para computador mais avançado**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.oculus.com>. Acesso em: 1 ago. 2019.

RAPOSO, Alberto B.; SZENBERG, Flávio; GATTASS, Marcelo; CELES, Waldemar. Visão Estereoscópica, Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Colaboração. In: ANDRADE, A. M. S.; MARTINS, A. T.; MACÊDO, R. J. A.; (eds.). CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 14, 2004, Brasil. **Anais...** Brasil: SBC, 2004.

REBELO, Irla Bocianoski. **Realidade Virtual Aplicada à Arquitetura e Urbanismo: Representação, Simulação e Avaliação de Projetos**. 1999. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina: UFSC, 1999.

REZENDE, Flavio; BISPO, Renata Attanasio de Rezende; BISOL, Tiago; REZENDE, Flavio Attanasio de . Simulador cirúrgico e realidade virtual no ensino de cirurgia de catarata. **Revista Brasileita de Oftalmologia**, Rio de Janeiro , v. 71, n. 3, p. 147-148, jun. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72802012000300001&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 18 ago. 2019.

ROTELLA , Jimmy. **Como a realidade virtual transformará para sempre a maneira como projetamos nossos edifícios**. [S. l.], publicado em: 11 fev. 2018. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/888624/como-a-realidade-virtual-transformara-para-sempre-a-maneira-como-projetamos-nossos-edificios?ad_source=search&ad_medium=search_result_all. Acesso em: 30 jul. 2019.

SISCOUTTO, R. A.; SZENBERG, F.; TORI R.; RAPOSO R.; CELES, W.; GATTASS, M. Estereoscopia. In: KIRNER, C.; TORI, R. (eds.). **Realidade Virtual: Conceitos e Tendências**. Livro do Pré-Simpósio SVR 2004. Brasil: SVR, 2004, cap. 11, p.179 – 201.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio. Fundamentos de Realidade Virtual. In: TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOUTTO, Robson (orgs.). **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2006.

TOTALCAD®. **Maquete eletrônica: 10 motivos para usar em apresentações de projetos**. Publicado em: 10 jan. 2018. Disponível em: <https://blog.totalcad.com.br/maquete-eletronica-10-motivos-para-usa-las-na-apresentacao-de-projetos/>. Acesso em: 10 mar. 2020.

VR. GOOGLE. **Google Cardboard: Experience virtual reality in a simple, fun, and affordable way**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://vr.google.com/cardboard/>. Acesso em: 1 ago. 2019.

APÊNDICE A – Questionários aplicados na metodologia 1

Questionário

01

A pesquisa consiste em coletar informações à cerca do uso da tecnologia de Realidade Virtual aplicada à arquitetura.

1- Qual a sua profissão

Lojista

2- Já contratou um arquiteto antes?

Sim

Não

3- Em escala de 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado nos desenhos técnicos (plantas baixas) ?

1 2 3 4 5

4- Já teve contato com a realidade virtual antes?

Sim

Não

5- Em escala e 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

6- Em que escala de 1 a 5, o quanto foi compreendida a relação entre cada ambiente?

1 2 3 4 5

7- Em escala de 1 a 5, como você classifica a noção de espaço dentro do projeto apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

8- Em escala de 1 a 5, após a apresentação em realidade virtual, quão seguro(a) você se sentiu para executar o projeto?

1 2 3 4 5

9- Qual o nível de satisfação em ter o seu projeto apresentado em realidade virtual?

Ruim

Indiferente

Mediano

Bom

Ótimo

Questionário

A pesquisa consiste em coletar informações à cerca do uso da tecnologia de Realidade Virtual aplicada à arquitetura.

1- Qual a sua profissão

Professor

2- Já contratou um arquiteto antes?

- Sim
- Não

3- Em escala de 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado nos desenhos técnicos (plantas baixas) ?

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

4- Já teve contato com a realidade virtual antes?

- Sim
- Não

5- Em escala e 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado em realidade virtual?

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |

6- Em que escala de 1 a 5, o quanto foi compreendida a relação entre cada ambiente?

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> |

7- Em escala de 1 a 5, como você classifica a noção de espaço dentro do projeto apresentado em realidade virtual?

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |

8- Em escala de 1 a 5, após a apresentação em realidade virtual, quão seguro(a) você se sentiu para executar o projeto?

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |

9- Qual o nível de satisfação em ter o seu projeto apresentado em realidade virtual?

- Ruim
- Indiferente
- Mediano
- Bom
- Ótimo

A pesquisa consiste em coletar informações à cerca do uso da tecnologia de Realidade Virtual aplicada à arquitetura.

1- Qual a sua profissão

Engenheiro Civil

2- Já contratou um arquiteto antes?

Sim

Não

3- Em escala de 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado nos desenhos técnicos (plantas baixas) ?

1 2 3 4 5

4- Já teve contato com a realidade virtual antes?

Sim

Não

5- Em escala e 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

6- Em que escala de 1 a 5, o quanto foi compreendida a relação entre cada ambiente?

1 2 3 4 5

7- Em escala de 1 a 5, como você classifica a noção de espaço dentro do projeto apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

8- Em escala de 1 a 5, após a apresentação em realidade virtual, quão seguro(a) você se sentiu para executar o projeto?

1 2 3 4 5

9- Qual o nível de satisfação em ter o seu projeto apresentado em realidade virtual?

Ruim

Indiferente

Mediano

Bom

Ótimo

A pesquisa consiste em coletar informações à cerca do uso da tecnologia de Realidade Virtual aplicada à arquitetura.

1- Qual a sua profissão

Técnico de informática

2- Já contratou um arquiteto antes?

Sim

Não

3- Em escala de 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado nos desenhos técnicos (plantas baixas) ?

1 2 3 4 5

4- Já teve contato com a realidade virtual antes?

Sim

Não

5- Em escala e 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

6- Em que escala de 1 a 5, o quanto foi compreendida a relação entre cada ambiente?

1 2 3 4 5

7- Em escala de 1 a 5, como você classifica a noção de espaço dentro do projeto apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

8- Em escala de 1 a 5, após a apresentação em realidade virtual, quão seguro(a) você se sentiu para executar o projeto?

1 2 3 4 5

9- Qual o nível de satisfação em ter o seu projeto apresentado em realidade virtual?

Ruim

Indiferente

Mediano

Bom

Ótimo

A pesquisa consiste em coletar informações à cerca do uso da tecnologia de Realidade Virtual aplicada à arquitetura.

1- Qual a sua profissão

Tatuador

2- Já contratou um arquiteto antes?

- Sim
- Não

3- Em escala de 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado nos desenhos técnicos (plantas baixas) ?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

4- Já teve contato com a realidade virtual antes?

- Sim
- Não

5- Em escala e 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado em realidade virtual?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

6- Em que escala de 1 a 5, o quanto foi compreendida a relação entre cada ambiente?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

7- Em escala de 1 a 5, como você classifica a noção de espaço dentro do projeto apresentado em realidade virtual?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

8- Em escala de 1 a 5, após a apresentação em realidade virtual, quão seguro(a) você se sentiu para executar o projeto?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

9- Qual o nível de satisfação em ter o seu projeto apresentado em realidade virtual?

- Ruim
- Indiferente
- Mediano
- Bom
- Ótimo

A pesquisa consiste em coletar informações à cerca do uso da tecnologia de Realidade Virtual aplicada à arquitetura.

1- Qual a sua profissão

Secretária

2- Já contratou um arquiteto antes?

Sim

Não

3- Em escala de 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado nos desenhos técnicos (plantas baixas) ?

1 2 3 4 5

4- Já teve contato com a realidade virtual antes?

Sim

Não

5- Em escala e 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

6- Em que escala de 1 a 5, o quanto foi compreendida a relação entre cada ambiente?

1 2 3 4 5

7- Em escala de 1 a 5, como você classifica a noção de espaço dentro do projeto apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

8- Em escala de 1 a 5, após a apresentação em realidade virtual, quão seguro(a) você se sentiu para executar o projeto?

1 2 3 4 5

9- Qual o nível de satisfação em ter o seu projeto apresentado em realidade virtual?

Ruim

Indiferente

Mediano

Bom

Ótimo

A pesquisa consiste em coletar informações à cerca do uso da tecnologia de Realidade Virtual aplicada à arquitetura.

1- Qual a sua profissão

Corretor

2- Já contratou um arquiteto antes?

Sim

Não

3- Em escala de 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado nos desenhos técnicos (plantas baixas) ?

1 2 3 4 5

4- Já teve contato com a realidade virtual antes?

Sim

Não

5- Em escala e 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

6- Em que escala de 1 a 5, o quanto foi compreendida a relação entre cada ambiente?

1 2 3 4 5

7- Em escala de 1 a 5, como você classifica a noção de espaço dentro do projeto apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

8- Em escala de 1 a 5, após a apresentação em realidade virtual, quão seguro(a) você se sentiu para executar o projeto?

1 2 3 4 5

9- Qual o nível de satisfação em ter o seu projeto apresentado em realidade virtual?

Ruim

Indiferente

Mediano

Bom

Ótimo

Questionário

08

A pesquisa consiste em coletar informações à cerca do uso da tecnologia de Realidade Virtual aplicada à arquitetura.

1- Qual a sua profissão

Engenheiro Civil

2- Já contratou um arquiteto antes?

Sim

Não

3- Em escala de 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado nos desenhos técnicos (plantas baixas) ?

1 2 3 4 5

4- Já teve contato com a realidade virtual antes?

Sim

Não

5- Em escala e 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

6- Em que escala de 1 a 5, o quanto foi compreendida a relação entre cada ambiente?

1 2 3 4 5

7- Em escala de 1 a 5, como você classifica a noção de espaço dentro do projeto apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

8- Em escala de 1 a 5, após a apresentação em realidade virtual, quão seguro(a) você se sentiu para executar o projeto?

1 2 3 4 5

9- Qual o nível de satisfação em ter o seu projeto apresentado em realidade virtual?

Ruim

Indiferente

Mediano

Bom

Ótimo

A pesquisa consiste em coletar informações à cerca do uso da tecnologia de Realidade Virtual aplicada à arquitetura.

1- Qual a sua profissão

Personal Organizer

2- Já contratou um arquiteto antes?

Sim

Não

3- Em escala de 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado nos desenhos técnicos (plantas baixas) ?

1

2

3

4

5

4- Já teve contato com a realidade virtual antes?

Sim

Não

5- Em escala e 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado em realidade virtual?

1

2

3

4

5

6- Em que escala de 1 a 5, o quanto foi compreendida a relação entre cada ambiente?

1

2

3

4

5

7- Em escala de 1 a 5, como você classifica a noção de espaço dentro do projeto apresentado em realidade virtual?

1

2

3

4

5

8- Em escala de 1 a 5, após a apresentação em realidade virtual, quão seguro(a) você se sentiu para executar o projeto?

1

2

3

4

5

9- Qual o nível de satisfação em ter o seu projeto apresentado em realidade virtual?

Ruim

Indiferente

Mediano

Bom

Ótimo

A pesquisa consiste em coletar informações à cerca do uso da tecnologia de Realidade Virtual aplicada à arquitetura.

1- Qual a sua profissão

Contadora

2- Já contratou um arquiteto antes?

Sim

Não

3- Em escala de 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado nos desenhos técnicos (plantas baixas) ?

1 2 3 4 5

4- Já teve contato com a realidade virtual antes?

Sim

Não

5- Em escala e 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

6- Em que escala de 1 a 5, o quanto foi compreendida a relação entre cada ambiente?

1 2 3 4 5

7- Em escala de 1 a 5, como você classifica a noção de espaço dentro do projeto apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

8- Em escala de 1 a 5, após a apresentação em realidade virtual, quão seguro(a) você se sentiu para executar o projeto?

1 2 3 4 5

9- Qual o nível de satisfação em ter o seu projeto apresentado em realidade virtual?

Ruim

Indiferente

Mediano

Bom

Ótimo

Questionário

A pesquisa consiste em coletar informações à cerca do uso da tecnologia de Realidade Virtual aplicada à arquitetura.

1- Qual a sua profissão

Dentista

2- Já contratou um arquiteto antes?

Sim

Não

3- Em escala de 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado nos desenhos técnicos (plantas baixas) ?

1 2 3 4 5

4- Já teve contato com a realidade virtual antes?

Sim

Não

5- Em escala e 1 a 5, o quanto você compreendeu o que foi apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

6- Em que escala de 1 a 5, o quanto foi compreendida a relação entre cada ambiente?

1 2 3 4 5

7- Em escala de 1 a 5, como você classifica a noção de espaço dentro do projeto apresentado em realidade virtual?

1 2 3 4 5

8- Em escala de 1 a 5, após a apresentação em realidade virtual, quão seguro(a) você se sentiu para executar o projeto?

1 2 3 4 5

9- Qual o nível de satisfação em ter o seu projeto apresentado em realidade virtual?

Ruim

Indiferente

Mediano

Bom

Ótimo

APÊNDICE B – Questionários aplicados na metodologia 2

Abordagem 01 - Planta Técnica	
Idade: 30 Profissão: Enfermeira	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Sala (8s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	2 janelas e 1 porta (28s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Sim (não justificou)
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Sim (não justificou)
Abordagem 02 - Realidade Virtual	
Idade: 21 Profissão: Estudante	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Sala, cozinha e jantar (10s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	1 porta e 3 janelas (22s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Não (se imagina morando la)
Abordagem 03 - Planta Técnica	
Idade: 52 Profissão: Administradora / Corretora	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Sala cozinha lavanderia sala de jantar (32s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	2 janelas e 1 porta (43s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não (não justificou)
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Não (não justificou)

Abordagem 01 - Planta Técnica	
Idade: 30 Profissão: Enfermeira	
Abordagem 04 - Realidade Virtual	
Idade: 21 Profissão: Garçon	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Sala (5s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	1 porta e 3 janelas (23s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Não (gostou de tudo)
Abordagem 05 - Realidade Virtual	
Idade: 45 Profissão: Porteiro	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Sala e entrada (7s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	4 janelas (19s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Não (gostou muito da experiência)
Abordagem 06 - Planta Técnica	
Idade: 61 Profissão: Costureira	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Cozinha, sala de tv, outra sala e varanda (26s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	3 portas 4 janelas (55s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não

Abordagem 01 - Planta Técnica	
Idade: 30 Profissão: Enfermeira	
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Não (apenas falou que gostou)
Abordagem 07 - Realidade Virtual	
Idade: 38 Profissão: Logista	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Sala e cozinha (12s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	3 janelas (15s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Não (achou o ambiente agradável)
Abordagem 08 - Planta Técnica	
Idade: 37 Profissão: Técnico de telefonia	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Sala de estar, cozinha e corredor (11s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	4 janelas e 2 portas (24s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Sim (trocaria cozinha pela sala)
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Sim (não especifica)
Abordagem 09 - Planta Técnica	
Idade: 27 Profissão: Vendedor	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Sala, jantar e cozinha (16s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	2 portas 4 janelas (52s)

Abordagem 09 - Planta Técnica	
Idade: 27 Profissão: Vendedor	
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Mudaria a sala de jantar para o lugar próximo a sala de estar
Abordagem 10 - Planta Técnica	
Idade: 21 Profissão: Vendedora	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Cozinha, sala de estar e sala de jantar (14s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	Nenhuma janela e 6 portas (58s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Trocaria a mesa de lugar
Abordagem 11 - Planta Técnica	
Idade: 55 Profissão: Aposentado	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Entrada, sala, cozinha e banheiro (34s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	Nenhuma janela e 6 portas (58s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Acrescentaria duas cadeiras
Abordagem 12 - Realidade Virtual	
Idade: 43 Profissão: Vendedora	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Sala de estar e cozinha (35s)

Abordagem 09 - Planta Técnica

Idade: 27
Profissão: Vendedor

2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	3 janelas e 3 portas (28s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Não (Gostou da decoração)

Abordagem 13 - Planta Técnica

Idade: 41
Profissão: Analista de mercado

1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Cozinha, sala de estar e jantar (23s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	3 portas e 1 janela (35s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Acrescentaria paredes para isolar os ambientes
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Nada

Abordagem 14 - Planta Técnica

Idade: 53
Profissão: Aposentada

1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Cozinha, sala de estar, jantar e corredor (19s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	0 (32s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não porque não entende nada
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Não to vendo nem decoração

Abordagem 15 - Planta Técnica

Idade: 57
Profissão: Aposentada

Abordagem 09 - Planta Técnica

Idade: 27
Profissão: Vendedor

1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Sala, jantar, cozinha, ante sala, corredor e quarto (41s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	5 janelas e 3 portas (32s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Não (gostou dos espaços integrados)

Abordagem 16 - Realidade Virtual

Idade: 67
Profissão: Aposentado

1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Sala, cozinha e saleta de jantar (14s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	3 janelas e 3 portas (17s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Não (mudaria algumas cores, mas resolveu manter assim)

Abordagem 17 - Realidade Virtual

Idade: 28
Profissão: -

1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Cozinha, sala de jantar, sala e corredor (9s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	3 janelas e 2 portas (12s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Mudaria o piso da cozinha, iluminação, gesso e mesa

Abordagem 18 - Realidade Virtual

Abordagem 09 - Planta Técnica	
Idade: 27 Profissão: Vendedor	
Idade: 60 Profissão: Professora	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Cozinha, sala, sala com estante e quadro (35s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	1 porta e 3 janelas (25s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Não
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Sim (Não faz meu estilo)
Abordagem 19 - Realidade Virtual	
Idade: 27 Profissão: Vendedor	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Sala, sala de jantar e cozinha (11s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	3 janelas e 1 porta (13s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Parede entre cozinha e sala
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Não
Abordagem 20 - Realidade Virtual	
Idade: 37 Profissão: Médica	
1 - Qual cômodo da casa você está vendo?	Sala de jantar, cozinha e sala de estar (20s)
2 - Quantas portas e janelas tem no ambiente?	3 portas e 3 janelas (23s)
3 - Você mudaria algo no espaço físico desse ambiente?	Colocaria mais uma sala de estar
4 - Você mudaria algo na decoração desse ambiente?	Não

